

Тілеукабыл Нұртілеу Жұмаділұлы

6B07101 – Энергетика

«Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының әлеуетін экономикалық және экологиялық бағалау» дипломдық жұмысына

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Тілеукабыл Нұртілеу Жұмаділұлының «Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының экономикалық және экологиялық әлеуеті» тақырыбындағы дипломдық жұмысы қазіргі замандағы аса өзекті, ғылыми және практикалық маңызы жоғары мәселелердің біріне арналған.

Жұмыста Қазақстанның дала аймақтарындағы жел ресурстарының ерекшеліктері жан-жақты талданып, жел энергетикасының ел экономикасы мен экологиясына ықпалы нақты деректер мен ғылыми көзқарастар негізінде сипатталған. Автор Қордай аймағын таңдау арқылы нақты аймақтық жобалау жүргізіп, жел қондырғыларын техникалық және экономикалық тұрғыдан саралап, энергияны өндіру, сақтау, түрлендіру және тұтыну процесстеріне терең талдау жасай алған.

Модельдеу бөлімінде қолданылған инженерлік есептеулер мен жабдықтарды таңдау, инвертор мен аккумулятор сипаттамаларын анықтау және энергетикалық жүйенің тиімділігіне баға беру - дипломанттың кәсіби дайындығының жоғары деңгейін көрсетеді.

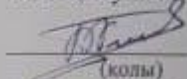
Жұмыс құрылымы мен мазмұны ғылыми талаптарға сай орындалған. Кіріспе бөлімінде жұмыстың өзектілігі мен мақсаты нақты тұжырымдалған, ал қорытындысында жүргізілген зерттеулерге негізделген дәйекті ұсыныстар берілген.

Дипломдық жұмыс сауатты орындалған, техникалық стильге сай жазылған, дереккөздері орынды пайдаланылған. Графикалық және иллюстрациялық материалдар зерттеу нәтижелерін көрнекі түрде толықтырып отырады.

Жалпы алғанда, Тілеукабыл Нұртілеу Жұмаділұлының дипломдық жұмысы жоғары деңгейде орындалған, өзіндік ғылыми-тәжірибелік маңызы бар, және Дипломдық жұмыс қойылатын талаптарға сәйкес келеді және мемлекеттік аттестациялық комиссияның отырысында қорғауға жіберіледі. Ал, түлек Тілеукабыл Нұртілеу «Энергетикасы» мамандығы бойынша «бакалавр» академиялық дәрежесіне лайықты және дипломдық жұмысын А «өте жақсы» 90 баллмен бағалаймын.

Ғылыми жетекші

Аға оқытушы PhD.



Ж.К.Бекболатова

« 17 » 06 2025 ж.

Тақырыбы: «Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының әлеуетін
экономикалық және экологиялық бағалау»

6B07101 – Энергетика
(шифр және мамандық атауы)

Тілеуқабыл Нұртілеу Жұмділұлы
(Студенттің аты-жөні)

Дипломдық жұмысына
(жұмыс түрінің атауы)

СЫН ПІКІР

Тілеуқабыл Нұртілеу Жұмділұлының «Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының экономикалық және экологиялық әлеуеті» тақырыбындағы дипломдық жұмысы қазіргі заманның маңызды мәселелерінің бірі – жаңартылатын энергия көздерін, соның ішінде жел энергиясын зерттеуге арналған. Тақырып өзекті, практикалық және ғылыми маңызы зор.

Зерттеу материалдары логикалық ретпен құрылып, мазмұны нақты техникалық және есептік мәліметтермен толықтырылған. Жұмыста берілген инженерлік шешімдер қазіргі өндірістік талаптарға сәйкес келеді және практикалық маңызы жоғары.

Жұмыс бойынша ескерту:

Ескерту ретінде, грамматикалық қателіктер, тыныс белгілері дұрыс қойылмай кеткендігін және қазақша аудармалары кейбір жерлерде дұрыс аударылмағандығын айтуға болады. Жалпы дипломдық жұмысы талаптарға сәйкес жазылған.

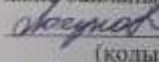
Жұмысты бағалау

Дипломдық жұмыста қойылған мақсатқа қол жеткізілген, зерттеу нәтижелері мен техникалық-экономикалық есептеулер жүргізілген. Жұмыс құрылымдық жағынан жүйеленген, тақырыптың өзектілігі жақсы ашылған. Қордай аймағының нақты мысал ретінде алынуы жұмыстың практикалық мәнін арттырады. Алайда жоғарыда көрсетілген ескертулерді ескеріп, жұмысты өңдеу және редакциялау қажет. Соған қарамастан, дипломанттың зерттеу жүргізу дағдысы, инженерлік есептерді қолдануы мен техникалық материалдарды меңгеруі жақсы деңгейде. Тілеуқабыл Нұртілеудің дипломдық жұмысы А «өте жақсы» (90 балл) бағасына, ал студент – 6B07101 – «Энергетика» білім беру бағдарламасы бойынша бакалавр академиялық дәрежесін иемденуге лайық деп бағалаймын.

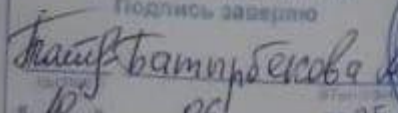
Сын-пікір беруші

Пікір беруші

Техника ғылымдарының кандидаты, электроника және робототехника кафедрасының аға оқытушысы
«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ

 Ю.С. Абенова
(қолы)

« 10 » 06 2025 ж.

Қолтаңбаны растаймын
Подпись заверяю

« 10 » 06 2025 ж.



Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Тілеукабыл Нұртілеу Жумадилов

Тақырыбы: Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының әлеуетін экономикалық және экологиялық бағалау

Жетекшісі: Жаннат Бекболатова

1-ұқсастық коэффициенті (30): 0.5

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0.5

Дәйексөз (35): 0

Өріптерді ауыстыру: 11

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 55

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді:

☒ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

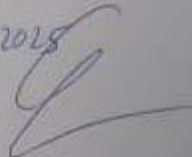
☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

Күні 17.06.2028

Кафедра меңгерушісі



Сарсенбаев К. А.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Тілеуқабыл Нұртілеу Жұмадиұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының әлеуетін экономикалық және экологиялық бағалау

Научный руководитель: Жаинат Бекболатова

Коэффициент Подобия 1: 0.5

Коэффициент Подобия 2: 0.5

Микропробелы: 55

Знаки из других алфавитов: 11

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

17.06.2015

проверяющий эксперт

Сарсенбаев Е. А.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ө.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
«Энергетика» кафедрасының
Менеджері
Д.А. Қауымдастырылған профессор
Е.А. Сарсенбаев
« 10 » 06 2025 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының әлеуетін экономикалық
және экологиялық бағалау

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

Орындаған

Тілеукабыл Н.Ж.

Тілеукабыл Н.Ж.

Пікір беруші
техн. ғыл. канд.

АЭЖБУ қауымдастырылған
профессоры

С.А. Юсупова
« 10 » 06 2025 ж.

Ғылыми жетекші
PhD, аға оқытушы

Ж.К. Бекболатова
« 17 » 06 2025 ж.

Алматы 2025

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ө.Бүркітбаев атындағы энергетика және машина жасау институты

«Энергетика» кафедрасы

6B07101 – «Энергетика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

«Энергетика» кафедрасының
менгерушісі

PhD, қауымдастырылған профессор

 Е.А.Сарсенбаев

«30» 01 2025 ж.

Дипломдық жұмысты орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы Тілеуқабыл Нұртілеу Жұмаділұлы

Тақырыбы: Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының экономикалық және
экологиялық әлеуеті

Университеттің академиялық мәселелер жөніндегі проректорының 29.01.2025 ж. № 26 п/ө
бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 18- маусым 2025 жыл

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері: Қордай ауылына Жел электр станциясын салу
туралы жалпы мәліметтер

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

а) Қазақстандағы жел энергетикасының әлеуеті мен инфрақұрылымдық мүмкіндіктері

ә) Қордай ауылындағы жел энергетикасы жобасының техникалық-экономикалық негізі.

б) Энергетикалық есептер мен жел қондырғыларын енгізудің тиімділігі

Сызба материалдары слайдтардағы парақтарда көрсетілген

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

Сызба материалдары 8 парақ слайдтарда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 1 Әлімқұлов К.Т., Жолдасов Ж.Ш.

Жел энергетикасы негіздері. – Алматы: Білім, 2018. Жел энергиясының теориясы мен
қондырғылары туралы.

2 Manwell J.F., McGowan J.G., Rogers A.L.

Wind Energy Explained: Theory, Design and Application. – Wiley, 2010.

Жел қондырғыларының жобалануы мен жұмыс принциптері

3 Қазақстан Республикасының ЖЭК туралы Заңы.

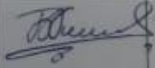
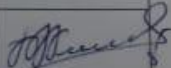
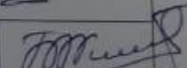
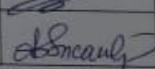
Астана: ҚР Энергетика министрлігі, 2021.

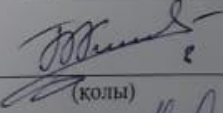
Жанартылатын энергия көздерін дамытуға арналған заңнамалар.

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Қазақстандағы жел энергетикасының әлеуеті мен инфрақұрылымдық мүмкіндіктері	10.03.25 – 30.03.25 ж	—
Қордай ауылындағы жел энергетикасы жобасының техникалық-экономикалық негізі.	02.04.25 – 09.05.25 ж	—
Энергетикалық есептер мен жел қондырғыларын енгізудің тиімділігі	10.05.25 – 19.05.25 ж	—

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілердің аты-жөні, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Қазақстандағы жел энергетикасының әлеуеті мен инфрақұрылымдық мүмкіндіктері	Қ.Ж. Бекболатова PhD, аға оқытушы	17.06.2025	
Қордай ауылындағы жел энергетикасы жобасының техникалық-экономикалық негізі.	Қ.Ж. Бекболатова PhD, аға оқытушы	17.06.2025	
Энергетикалық есептер мен жел қондырғыларын енгізудің тиімділігі	Қ.Ж. Бекболатова PhD, аға оқытушы	17.06.2025	
Норма бақылаушы	Ө.О. Бердібеков, магистр, аға оқытушы	09.06.2025	

Ғылыми жетекшісі  Қ.Ж. Бекболатова

(қолы)

Тапсырманы орындауға алған студент  Ж.Н. Тілеуқабыл

(қолы)

Күні «17» 06 2025ж

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының әлеуетін зерттеуге арналған. Зерттеу барысында жел энергиясының экономикалық және экологиялық тиімділігі бағаланып, оның аймақтың энергетикалық жүйесіне ықпалы қарастырылады. Жұмыста Қазақстанның дала аймақтарындағы жел режимінің ерекшеліктері талданып, жел электр станцияларын (ЖЭС) орнатудың мүмкіндіктері қарастырылады. Сондай-ақ, жел энергетикасын дамытудың экологиялық артықшылықтары, көміртегі ізін азайтуға қосатын үлесі және экономикалық тиімділігі жан-жақты сараланады.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена изучению потенциала ветровой энергии в степных регионах Казахстана. В ходе исследования будет оценена экономическая и экологическая эффективность ветровой энергии и рассмотрено ее влияние на энергетическую систему региона. В работе проанализированы особенности ветрового режима в степных регионах Казахстана и рассмотрены возможности установки ветровых электростанций (ВЭС). Также всесторонне дифференцируются экологические преимущества, вклад в сокращение углеродного следа и экономическая эффективность развития ветроэнергетики.

ANNOTATION

This thesis explores the potential of wind energy development in the steppe zones of Kazakhstan. The research focuses on assessing the viability of wind power by analyzing regional wind patterns, identifying favorable locations for wind farm deployment, and evaluating the integration of wind energy into the existing power grid. Special attention is given to the environmental impact of wind energy, including its role in reducing greenhouse gas emissions and its overall ecological benefits. Additionally, the paper provides a detailed examination of the economic effectiveness of wind energy projects, highlighting their potential to contribute to sustainable energy development in the region.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1. Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергетикасының жалпы әлеуеті	8
1.1 Жерді таңдау критерийлері және қолайлы аймақтарды анықтау	10
1.2 Жел жылдамдығының маусымдық өзгерістері (жел картасы, климаттық жағдайлар)	11
1.3 Күн сәулесінің шоғырлануы және оның жел энергетикасына әсері	12
1.4 Жел қондырғыларының түрлері және олардың сипаттамасы	15
2 Жел энергетикалық қондырғысын аймақтық жел жылдамдығына сәйкестендіре таңдау	18
2.1 Жел энергетикалық қондырғысының техникалық-экономикалық есептеулері	19
2.2 Жел генератордың схемасын зерттеу және инверторды таңдау	21
2.3 Қосымша энергия сақтау жүйесін орнату	24
2.4 Қордай ауылының энергия тұтыну есебі	25
3 Жел қондырғысынан жел энергиясын өндіру үшін қандай қондырғылар қажет	25
3.1 Жұмысқа қажетті техникалық құралдарды таңдап алу	25
3.2 Қуатын есептеу	26
3.3 Кабельді есептеу	27
3.4 SVC12100/N Аккумуляторының техникалық сиппатамасы мен зарядталу және разрядталу графиктері	28
3.5 Батарея есептеу	37
3.6 Инверторды есептеу	40
3.7 Контроллерді есептеу	42
3.8 Қордай ауылының Жобаға кететін жалпы шығындардың сомасы	45
Қорытынды	46
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	47

КІРІСПЕ

Қазіргі таңда жаһандық энергетикалық дағдарыс, қоршаған ортаның ластануы және табиғи ресурстардың сарқылуы жаңартылатын энергия көздерін кеңінен пайдаланудың өзектілігін арттырып отыр. Әсіресе, жел энергиясы – экологиялық таза, таусылмайтын және экономикалық тұрғыдан тиімді энергия көзі болып табылады. Жел энергетикасын дамыту арқылы Қазақстан отын-энергетикалық тәуелділікті төмендетіп, қоршаған ортаға кері әсерді азайта алады.

Қазақстанның кең байтақ жері, әсіресе дала аймақтары, жел энергиясын өндіру үшін үлкен әлеуетке ие. Бұл өңірлерде жел жылдамдығы жоғары болып, тұрақты түрде соғып тұрады. Осыған байланысты, Қазақстанның дала аймақтарында жел энергиясын пайдалану мәселесін жан-жақты зерттеу маңызды.

Дипломдық жұмыстың мақсаты - Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергиясының әлеуетін экономикалық және экологиялық тұрғыдан бағалау. Бұл мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылады:

Жел энергетикасының Қазақстан үшін маңыздылығын анықтау;

Дала аймақтарындағы жел ресурстарын зерттеу және қолайлы жерлерді таңдау критерийлерін белгілеу;

Жел қондырғыларының түрлерін зерттеп, Қазақстанның климаттық жағдайына сәйкес келетін түрлерін анықтау;

Жел энергетикасының экономикалық тиімділігін және экологиялық әсерін талдау.

Менің бұл дипломдық жұмыста міндетім салыстырмалы талдау, карта-схемаларды зерттеу, экономикалық және экологиялық әдістерін бағалап шығу.

Дипломдық жұмыстың нәтижелері Қазақстанда жел энергетикасын дамытуға ғылыми және практикалық тұрғыдан негізделген ұсыныстар жасауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл зерттеу жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың экономикалық және экологиялық артықшылықтарын көрсетіп, елдің энергетикалық саясатына оң әсер етуі мүмкін.

1 Қазақстанның дала аймақтарындағы жел энергетикасының жалпы әлеуеті

Жел энергиясы дегеніміз - бұл атмосферадағы ауа массаларының қозғалысынан алынатын энергия. Бұл энергия қалпына келетін және экологиялық таза энергия көздерінің бірі болып саналады. Жел энергиясын пайдалану үшін жел турбиналары қолданылады, олар желдің кинетикалық энергиясын механикалық немесе электр энергиясын айналдырады.

Қазақстан жел энергиясын өндіру бойынша жоғары әлеуетке ие елдердің қатарына жатады. Біздің кең байтақ жерімізде желдің жылдамдығы жоғары аймақтар көп, олар:

Жоңғар қақпасы - Орташа жел жылдамдығы 7-9 м/с, кей кездері 35-40 м/с-қа дейін жетеді.

Шелек дәлізі (Алматы облысы) - Жел жылдамдығы 5-6 м/с, тұрақты соғады.

Каспий маңы, Маңғыстау және Қызылорда облыстары - Бұл өңірлерде де желдің жылдамдығы жоғары.

Еліміздің солтүстігі мен орталық аймақтары (Ақмола, Қарағанды, Павлодар облыстары) - Желдің орташа жылдамдығы 4-6 м/с аралығында.

Қазақстанда жел энергиясының теориялық әлеуеті жылына 920 млрд кВт·сағ деп бағаланады. Қазіргі уақытта еліміздегі барлық электр станциялары жылына шамамен 110-120 млрд кВт·сағ электр энергиясын өндіреді. Бұл жел энергиясы арқылы бүкіл елді энергиямен қамтамасыз етуге болатынын көрсетеді

Жел энергетикасы — бұл ауа ағынының кинетикалық энергиясын электр энергиясына түрлендіру арқылы электр қуатын өндіру технологиясы. Қазіргі заманғы жел қондырғылары желдің қозғалыс энергиясын ротордың қалақтарына бағыттай отырып, оны айналмалы механикалық энергияға түрлендіреді. Кейін бұл энергия генератордың көмегімен электр энергиясына айналып, тұтынушыларға жеткізіледі.

Жел энергиясы — бүгінгі таңда әлем бойынша қарқынды дамып келе жатқан жаңартылатын энергия көздерінің бірі. Оның негізгі артықшылықтарына қоршаған ортаға зиянсыздығы, энергияның қайталама көзінен алынуы, экономикалық тұрғыдан тиімділігі және жаңа жұмыс орындарын құруға ықпал етуі жатады. Мәселен, АҚШ пен басқа да бірқатар елдерде жел энергетикасы саласындағы жұмыс орындары саны жылдан-жылға артып келеді. Бұл салада қызмет көрсететін мамандарға сұраныс жоғары, әсіресе техникалық қызмет көрсету бағытында айтарлықтай өсім байқалады.

Сонымен қатар, жел энергиясы парниктік газдардың шығарылуын азайтып, қоршаған ортаға келтірілетін антропогендік әсер деңгейін төмендетуге мүмкіндік береді. Осы арқылы ол тұрақты және экологиялық таза энергетика саласын дамытуға маңызды үлес қосады. Жел энергетикасының артықшылықтары тек экономикалық жағынан ғана емес, сонымен қатар экологиялық тұрғыдан да маңызды. Көмірқышқыл газының және басқа

парниктік газдардың шығарындыларын азайту арқылы жел энергиясы күресуге көмектеседі. Бұл әсіресе халықаралық қоғам осы мәселені шешуге бағытталған кезде өте маңызды.

Жел энергетикасының таралуы елдерге энергетикалық тәуелсіздікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Жергілікті жерде энергия өндіру арқылы мемлекеттер импортқа тәуелділікті азайтып, энергия қауіпсіздігін арттыра алады. Бұл саяси тұрақтылыққа және энергия бағасының тұрақтылығына ықпал етеді.

Жел энергетикасының дамуы инновациялар мен технологиялық жетістіктерді ынталандырады. Жаңа турбиналар, ақылды желілер және энергия сақтау технологиялары жел энергиясын одан әрі тиімді және сенімді етеді. Бұл сала үнемі дамып келеді, бұл оны болашақтағы энергия қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін үлкен әлеуетке ие етеді. Жел энергетикасын дамыту мүмкіндігі, ең алдымен, аймақтардағы жел ресурстарының деңгейіне байланысты. Қазақстан бұл тұрғыдан өте қолайлы мемлекеттердің бірі саналады, себебі ел аумағының 50%-дан астам бөлігінде орташа жылдық жел жылдамдығы 4–5 м/с аралығында, ал кейбір аймақтарда бұл көрсеткіш 6 м/с және одан да жоғары. Мұндай жағдайлар жел энергиясын тиімді пайдалану үшін зор әлеуетке ие екенін көрсетеді.

Сала мамандарының бағалауынша, Қазақстан географиялық және климаттық жағдайларына байланысты әлемдегі жел энергетикасын дамытуға ең қолайлы елдердің қатарында. Жел қарқыны жоғары аймақтар көбінесе республиканың орталық, оңтүстік, солтүстік-шығыс өңірлері мен Каспий теңізі жағалауында шоғырланған.

Жел электр станцияларын салу әлеуеті де айтарлықтай жоғары. Мысалы, кейбір өңірлерде әрбір шаршы километрге шаққанда орнатылатын қуат 10 МВт-қа дейін жетуі мүмкін. Бұл өз кезегінде республика бойынша бірнеше мың мегаватт қуат өндіретін жел станцияларын салуға мүмкіндік береді.

Теориялық есептеулерге сүйенсек, Қазақстанның жалпы жел әлеуеті жылына шамамен 1820 миллиард киловатт-сағатты құрайды. Алайда бұл әлеуетті нақты бағалау үшін ұзақ мерзімді метеорологиялық зерттеулер қажет. Ол үшін биіктігі 30–80 метр аралығындағы метеомачталар орнатылып, кемінде бір жыл бойы жел жылдамдығы мен бағыты туралы нақты деректер жиналуы тиіс.



1.1-сурет - Жел электр станциясын салуға арналған перспективалық учаскелер

Алынған нәтижелер жел электр станцияларының техникалық және экономикалық құрылысын дайындау үшін растайтын деректер ретінде пайдаланылады. Елдің оңтүстік-шығысындағы Жоңғар қақпасы мен Шелек өткелінде желдің метео деректерін терең зерттеу БҰҰДБ тарапынан 1998-2000 жылдары жүргізілді. Зерттеу нәтижелері Жоңғар қақпасында жел ағынының ең жоғары әлеуеті бар екенін көрсетті. Бұл жерде 50 метр биіктікте желдің орташа жылдамдығы жылына 9,8 м/с, ал ағынның тығыздығы бір шаршы метрге 1050 Вт құрайды. Бұл шамамен 4400 кВт.сағат энергия өндіруге мүмкіндік береді, сондықтан бұл аймақ елдегі жел энергетикасының дамуы үшін ерекше маңызды.

1.1 Жерді таңдау критерийлері және қолайлы аймақтарды анықтау

Энергетика- бұл сала кез келген мемлекеттің экономикалық және әлеуметтік дамуының негізі. Қазақстанның кез келген аймағы Жел су күн энергия станцияларын салуға әлеуеті жоғары мемлекеттердің бірі болып саналады. Қазіргі таңда Жел және күн станцияларының маңызы артып келеді. Осы орайда мен Қордай ауылын жел және күн электр станцияларын санын көбейту және дамуына осы ерекше аймақты таңдадым.

Қордай ауылы- Қазақстанның оңтүстік аймағында Жамбыл облысында орналасқан. Бұл аймақ күн және жел энергиясын өндіруге өте қолайлы, оған мысал келтірсек:

Жел ресурсы - Бұл ауылда «Қордай асуы» тас жолы (перевал) бар. Бұл асуыдың биіктігі, теңіз деңгейінен 1233-метрде орналасқан. Жаз мезгілінде максималды жылдамдығы 28м/с, ал Көктем және Күз айларында 34м/с-ге дейін жетеді. Қыста Солтүстік-Батыс аймағынан жел күші ұлғайып келеді, бұл желдің күші 40м/с болады. Бұл жел көрсеткіші тікелей Сібір антициклонына байланысты. Сібір антициклоны Алматы обылысынан Шу-Іле тауларының асуыларының кедергілерінен өтіп, жылырақ Шу алқабына оразан зор күшпен құлайды. Қордай желі тура боран секілді кейде 2-4күн, кейде 10-15 күнге шейін созылады. Мұнда желдің орташа жылдамдығы 7-9 м/с, бұл көрсеткіші жел генераторының тұрақты жұмыс істеуіне мүмкіндік береді.

Күн ресурсы - Қордай ауданына күннің жылдық түсу ұзақтығы 2500-3000 сағат, ал күн радиациясының орташа көрсеткіші 1600-1700 кВт/м²/жыл. Бұл күн панельдері үшін өте жақсы көрсеткіш.

Қордай ауданында қазіргі уақытта 52 МВт қуаттылығы бар жел электр станциясы жұмыс істеп жатыр. Бұл станция 40 жел турбинасынан тұрады. Осы жобаның сәтті жүзеге асырылуы аймақта жел энергетикасын одан әрі дамытуға потенциалы бар екенін көрсетеді.

Қордай ауданына Жел және Күн электр станцияларын салудың артықшылықтары бар олар:

Экологияның таза энергия көзі. Қоршаған ортаға зиян келтірмейді, көмірқышқыл газының (СО₂) шығарындыларын азайтады.

Жергілікті энергетикалық тәуелсіздік. Электр энергиясын сырттан тасымалдау қажеттілігін азайтады.

Экономикалық тиімділік. Мемлекет тарапынан жаңартылатын энергетикаға берілетін субсидиялар мен жеңілдіктер бар.

Жаңа жұмыс орындары. Инженерлер, техникалық мамандар мен қызмет көрсетушілер үшін жаңа жұмыс орындары ашылады.

Қордай ауылында жел және күн электр станцияларын дамыту мүмкіндігі жоғары. Табиғи ресурстардың молдығы, инфрақұрылымның дамуы және қолданыстағы жел электр станциясының табысты жұмыс істеуі бұл аймақтың Қазақстандағы жаңартылатын энергия көздерінің маңызды орталығы болуына ықпал етеді. Алдағы жылдары Қордай ауылында ЖЭК саласындағы жобаларды жүзеге асыру аймақтың энергетикалық қауіпсіздігін нығайтып, экологиялық таза энергия өндірісін арттыруға мүмкіндік береді.

1.2 Жел жылдамдығының маусымдық өзгерістері (жел картасы, климаттық жағдайлар)

Жел - бұл ауа массаларының бағытталған қозғалысы. Оны күн энергиясының туындысы ретінде қарастыруға болады, өйткені атмосфералық құбылыстардың қалыптасуына әсер ететін негізгі энергия көзі — күн. Жердің әртүрлі бөліктерінің күн сәулесін әркелкі сіңіруі салдарынан температура

айырмашылығы пайда болады, бұл өз кезегінде ауа ағыстарының қозғалысын, яғни желді туындатады.

Желдің қарқыны уақыт бойынша өзгеріп отырады. Көптеген аймақтарда жел жылдамдығы маусымға байланысты айтарлықтай өзгереді: әдетте, қыс мезгілінде жел күштірек соғады, ал жаз айларында баяулайды. Сондай-ақ тәуліктік өзгерістер де байқалады, әсіресе теңіздер мен ірі су айдындарының маңында. Таңертеңгі уақытта жер беті суға қарағанда тез қызатындықтан, ауа жағалауға қарай қозғалады. Ал кешкісін, керісінше, жер беті жылуын тезірек жоғалтады да, жел бағыты теңіз жаққа ауысады.

Желдің жылдамдығы биіктікке байланысты да өзгереді. Жерге жақын аймақтарда үйкеліс күштерінің әсерінен жел баяу болады, ал биіктеген сайын оның қарқыны артады. Бұл құбылыстар жел энергетикасы үшін айрықша маңызды, өйткені жел жылдамдығы мен оның тұрақтылығы электр энергиясын өндіру тиімділігіне тікелей әсер етеді.

Жел жылдамдығының маусымдық өзгерістері

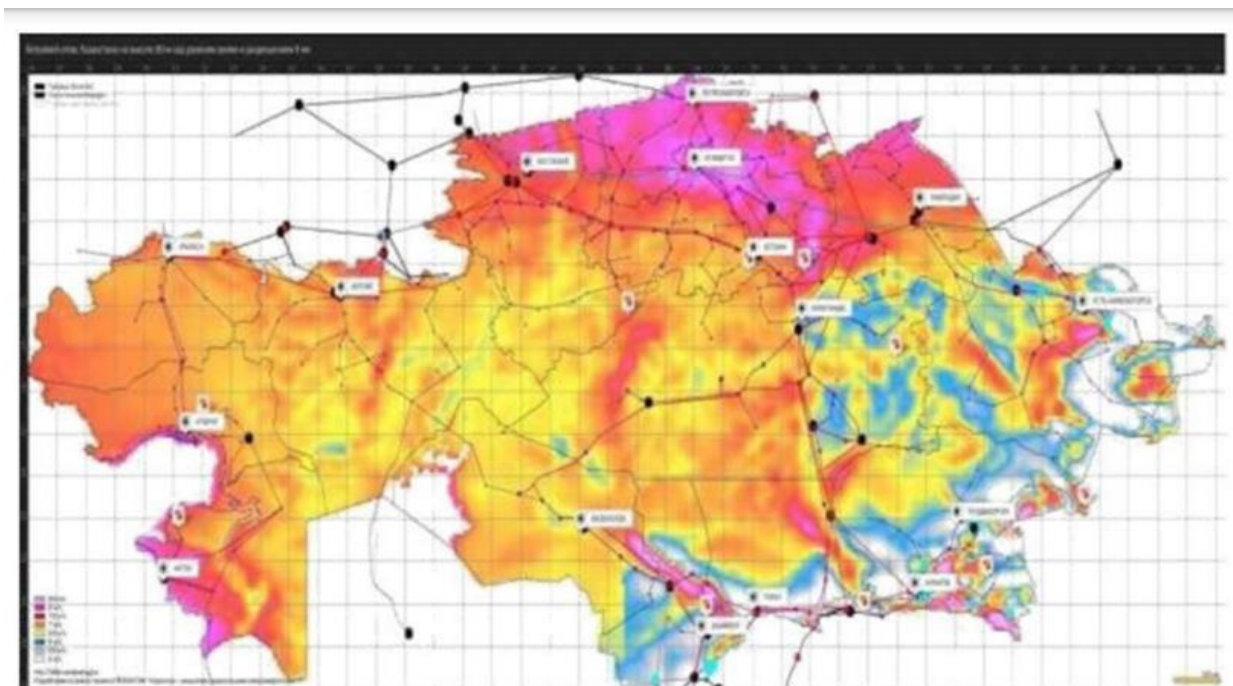
Жел жылдамдығы маусымдық өзгерістерге ұшырайды, бұл атмосфералық қысымның ауытқуы мен жер бедерінің ерекшеліктеріне байланысты. Қыста антициклондық жағдайлардың басым болуы желдің жылдамдығын төмендетіп, кейде штиль жағдайларын тудырады. Орташа жылдамдық шамамен 1 м/с құрайды. Ал жазда циклондық үдерістердің белсенділігі желдің жылдамдығын арттырады. Бұл кезеңде желдің орташа жылдамдығы 2-4 м/с-қа дейін жетеді.

Жел картасы және климаттық жағдайлар

Жел картасы - белгілі бір аймақтағы желдің жылдамдығы мен бағытының таралуын көрсететін графикалық материал. Қазақстанда жел карталары жел энергиясын тиімді пайдалану үшін маңызды құрал болып табылады. Мысалы, Қордай аймағы жыл бойы тұрақты және күшті желдерімен ерекшеленеді. Бұл аймақ жел энергиясын өндіру үшін қолайлы болып саналады. Климаттық жағдайлар да желдің маусымдық өзгерістеріне әсер етеді. Мысалы, таулы аймақтарда желдің жылдамдығы жазда артып, қыста төмендейді. Жазда циклондар мен жергілікті циркуляциялар желдің жылдамдығын күшейтеді. Ал қыста антициклондық жағдайлар желдің бағытын тұрақсыз етеді.

Желдің бағыттық ерекшеліктері

Желдің бағыты маусымдық кезеңдерге байланысты өзгереді. Мысалы, жазда оңтүстік-шығыс бағыттағы желдер басым болса, қыста олардың тұрақтылығы төмендеп, солтүстік-батыс бағыттағы желдер жиі байқалады. Бұл құбылыстар атмосфералық қысымның ауытқуы мен жер бедерінің ерекшеліктерімен түсіндіріледі.



1.2-сурет – Қазақстанның жел картасы

1.3 Күн сәулесінің шоғырлануы және оның жел энергетикасына әсері

Күн сәулесі дегеніміз - бұл Күннен жерге келетін жарық пен жылу. Күн сәулесі Жерге жеткенде, ол атмосфера арқылы өтеді және жер бетіндегі тіршілік үшін маңызды энергия көзі болып табылады. Күн сәулесі фотосинтез процесінде өсімдіктердің өмір сүруі үшін қажет, бұл процесс арқылы өсімдіктер күн энергиясын химиялық энергияға айналдырады. Сонымен қатар, күн сәулесі күн энергиясын жинау жүйелері арқылы электр энергиясына айналдырылып, жаңартылатын энергия көзі ретінде пайдаланылады. Күн сәулесінің энергиясы экологиялық таза, тұрақты және сарқылмайтын ресурс болып табылады, бұл оны қазіргі заманғы энергетикалық шешімдерде маңызды етеді.

Күн сәулесінің шоғырлануы - бұл күн радиациясының белгілі бір аймақта немесе бетте шоғырлану процесі. Күн сәулесінің энергиясы, негізінен, электромагниттік сәуле шығарудан тұрады, ол энергияны механикалық, жылу немесе электр энергиясына түрлендіруге мүмкіндік береді. Күн сәулесінің шоғырлануы климаттық жағдайларға, географиялық орналасуға және жердің беткі қабатының сипаттамаларына байланысты. Қордай ауданында күн сәулесінің орташа жылдық мөлшері жоғары, бұл күн энергиясын жинау жүйелерін тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Күннің шоғырлануы экологиялық таза энергия көздерін дамытуда маңызды рөл атқарады, себебі ол жаңартылатын энергияның тиімділігін арттырады.

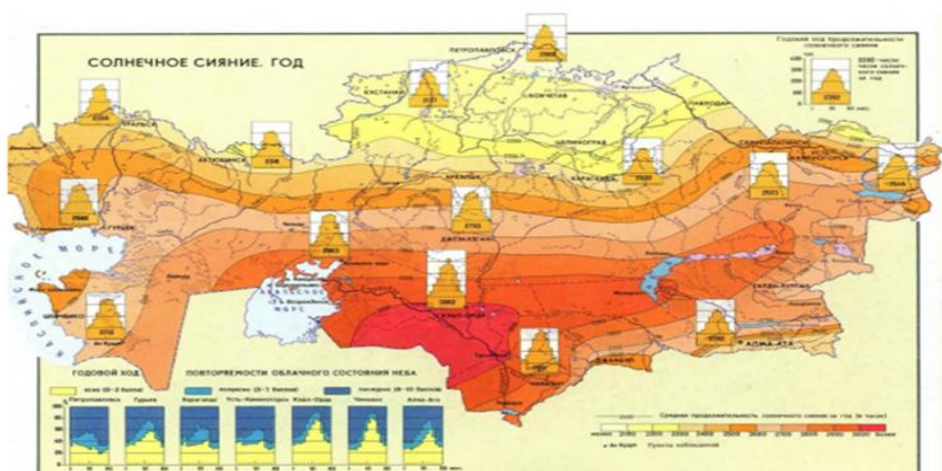
Қордай ауылы Жамбыл облысында орналасқан және күн сәулесінің шоғырлануы тұрғысынан тиімді аймақтардың бірі болып табылады. Күн

радиациясының шоғырлануы аймақтың климаттық ерекшеліктеріне, географиялық орналасуына және жер бедерінің сипатына тікелей байланысты. Жамбыл облысының Қордай ауданы - күн сәулесінің жылдық орташа деңгейі жоғары аймақтардың бірі, бұл күн энергиясын тиімді жинауға және пайдалануға зор мүмкіндік береді. Күн радиациясының жоғары болуы экологиялық тұрғыдан таза, жаңартылатын энергия көздерін дамытуда шешуші рөл атқарады, себебі бұл энергия түрінің өнімділігін арттыруға ықпал етеді.

Қордай ауылы күн сәулесінің қарқындылығы мен ұзақтығы бойынша күн энергетикасын пайдалануға өте қолайлы өңір саналады. Мұндағы климат ауыл шаруашылығында және энергетикалық жобаларда күн энергиясын қолдануға жағдай жасайды. Күн энергиясы қазіргі таңда түрлі салаларда кеңінен қолданыс тапқан: өнеркәсіптік күн электр станцияларында, тұрғын және әкімшілік ғимараттарды жылумен және жарықпен қамтамасыз етуде, сондай-ақ жеке үйлерге арналған шағын қондырғыларда. Сонымен қатар, заманауи құрылыс технологияларында икемді күн панельдерін құрылыс материалдарына біріктіріп қолдану кең тарауда.

Күн энергиясының шағын қуат көздері калькуляторлар, сағаттар, шамдар, ноутбуктар, портативті батареялар сияқты тұрмыстық техникада, сондай-ақ көлік құралдарының қосалқы қуат жүйелерінде қолданылады. Одан бөлек, жол бойындағы жарықтандырылған белгілер мен басқа да инфрақұрылым элементтері де күн көзінен қуат алады.

Күн энергиясы тек автономды жүйелерде ғана емес, сонымен қатар электр желісіне қосылған үйлерде де тиімді қолданылады. Бұл жүйелер электр және ыстық су тұтынуын азайтуға мүмкіндік береді. Күн панельдерін үйдің шатыр бетіне тиімді орналастыру арқылы тұтынушы өзінің қажеттілігін өтей алатын электр энергиясын өндіре алады. Ал, желіге қосылу үшін арнайы түрлендіргіш құрылғылар (инверторлар) пайдаланылады.



1.3-сурет - Қазақстандағы күн түсу белсенділігінің картасы

Қазақстан күн энергиясының мол ресурстарына ие елдердің бірі саналады. Мамандардың бағалауынша, республика аумағында күн энергиясын техникалық тұрғыдан тиімді өндіру әлеуеті жылына шамамен 2,5 миллиард кВт·сағатты құрайды. Ел территориясының шамамен 70%-ы күн сәулесі мол түсетін аймақтарға жатады. Бұл өңірлерде жыл сайын күн шуағының ұзақтығы 2800-ден 3000 сағатқа дейін жетеді, бұл күн энергиясын тұрақты әрі тиімді түрде қолдануға мүмкіндік береді.

Күн энергиясы - планетаның кез келген нүктесінде кездесетін, сарқылмайтын және қуаты өте жоғары табиғи ресурс. Жер бетіне түсетін күн радиациясының көлемі, негізінен, географиялық ендікке байланысты өзгеріп отырады. Сондықтан белгілі бір аймақтағы күн энергиясының әлеуетін бағалау үшін оның орналасу ендігін ескеру қажет.

Күн спектрі, яғни Күннен таралатын сәулеленудің түрлері толқын ұзындығына қарай алты негізгі топқа бөлінеді:

Гамма-сәулелер - ең қысқа толқынды сәулелер, толқын ұзындығы 0,01 нанометрге дейін;

Рентген сәулелері - 0,01 нм-ден 10 нм-ге дейінгі диапазондағы сәулелену;

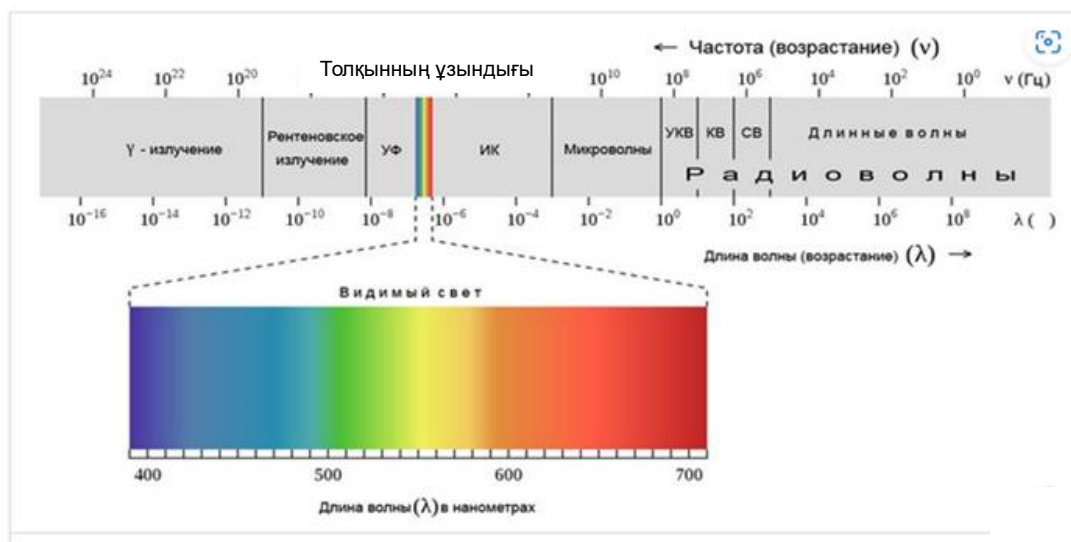
Ультракүлгін сәулелер - толқын ұзындығы 10–400 нанометр аралығында;

Көрінетін жарық - 400–700 нм диапазонында орналасады және жалпы күн спектрінің шамамен 45%-ын құрайды;

Инфрақызыл (жылулық) сәулелену - толқын ұзындығы 700 нм-ден 1 мм-ге дейін;

Радиотолқындар - ең ұзын толқындар, 1 мм-ден бірнеше километрге дейін созылады.

Күн спектрінің бұл компоненттері күн энергиясын әртүрлі технологиялар арқылы тиімді пайдалануға мүмкіндік береді - мысалы, көрінетін және инфрақызыл сәулелер күн панельдерінде электр және жылу энергиясына айналады.



1.4-сурет - Күн спектрінің топтарға бөлінетін сурет

Күн радиациясын бағалау үшін арнайы физикалық шама - қарқындылық (интенсивтілік) қолданылады. Бұл - Жер атмосферасынан тыс кеңістікте Күн сәулесіне перпендикуляр бағытталған ауданның әрбір шаршы метріне түсетін сәуле энергиясының мөлшерін сипаттайтын көрсеткіш. Күн сәулелері Жер атмосферасынан өткен кезде үш негізгі физикалық процесс орын алады:

Шағылу - күн радиациясының толқын ұзындығына тәуелсіз кері шағылысуы, бұл жалпы радиацияның шамамен 34%-ын құрайды;

Жұтылу - атмосфера мен бұлттар арқылы өтетін күн радиациясының шамамен 19%-ы жұтылады. Бұл кезде энергия инфрақызыл сәулеленуге айналып, бір бөлігі ғарыш кеңістігіне таралады;

Тікелей Жер бетіне жетуі - күн радиациясының 47%-ы Жер бетіне жетеді, оның 20%-ы жерден қайта шағылысып, инфрақызыл толқындар түрінде ғарышқа кері таралады.

Нәтижесінде, Жерге келіп түсетін жалпы күн радиациясының тек 27%-ы ғана қоршаған ортаны жылытуға, су буландыруға, атмосфералық процестер мен табиғи құбылыстар (жел, толқын, ауа ағыстары) туғызуға жұмсалады. Егер Жерге келетін және кері таралатын күн энергиясының мөлшері теңгерімде болса - климаттық жағдайлар тұрақты күйде сақталады. Алайда бұл энергетикалық тепе-теңдік бұзылған жағдайда, климаттың өзгеруі басталады.

Қазақстан Республикасы - Орталық Азиядағы ең ірі мемлекеттердің бірі ретінде күн энергиясы ресурстары бойынша айтарлықтай әлеуетке ие. Географиялық орналасуы күн радиациясын тиімді пайдалануға қолайлы жағдай жасайды. Ел аумағында жылына 2000 сағаттан астам күн шуағы түседі, ал күн радиациясының жылдық жинақталуы $1300-1800 \text{ МВт/м}^2$ аралығында бағаланады. Орташа тәуліктік күн радиациясының қуаты $500-700 \text{ Вт/м}^2$ құрайды. Мамандардың деректеріне сүйенсек, Қазақстан аумағындағы жалпы күн энергиясының жылдық әлеуеті шамамен 1 триллион кВт·сағат, немесе 340 миллиард тонна шартты отын мөлшеріне тең деп есептеледі.

1.4 Жел қондырғыларының түрлері және олардың сипаттамасы

Жел қондырғысы - бұл жел ағынының кинетикалық энергиясын электр энергиясына түрлендіретін арнайы инженерлік құрылғы. Мұндай қондырғының негізгі жұмыс істеу принципі - желдің әсерінен ротордың қалақшаларының айналуы. Қалақшалардың айналу қозғалысы механикалық энергияны туындатып, ол әрі қарай генератордың көмегімен электр энергиясына айналады. Осылайша, жел қондырғысы жел ресурсын тікелей пайдалануға мүмкіндік беретін жаңартылатын энергия көзі болып табылады.

Негізгі бөліктері:

Ротор қалақшасы - Желдің күшімен айналады

Ротордың торабы - Қалақшаларды біріктіріп, олардың айналуын білікке береді.

Білік - Ротордың айналуын генераторға жеткізеді

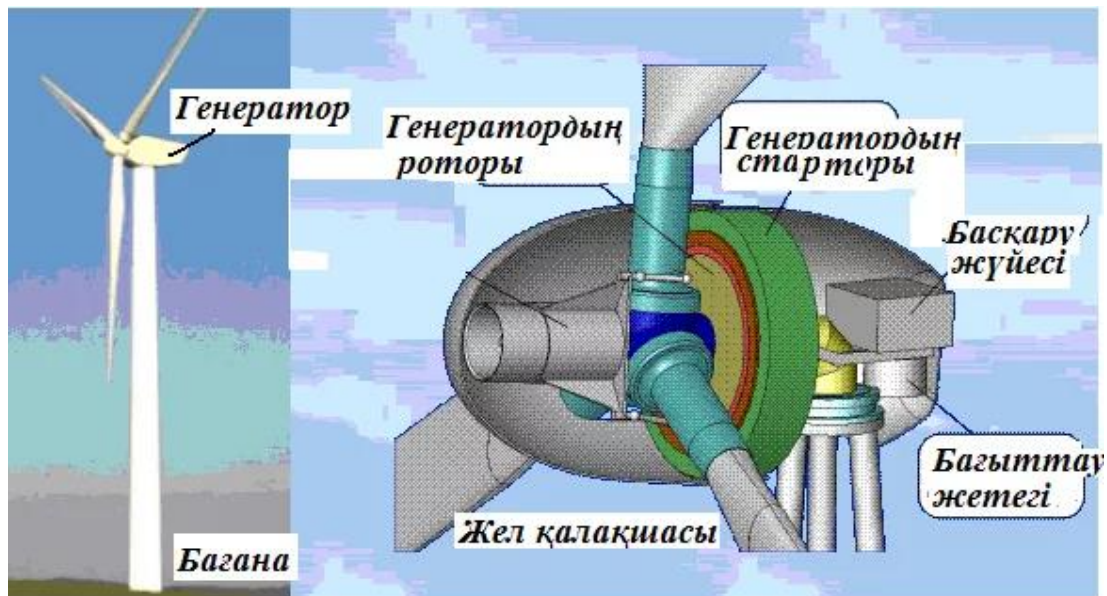
Генератор- Механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіреді

Мұнара - Турбинаны жерден биікке көтеріп, желдің жақсы соғатын жеріне орналасады

Басқару жүйесі - Жел бағытын қадағалап, роторды тиімді бұруды қамтамасыз етеді

Тежеу жүйесі - шамадан тыс жел соққанда роторды тоқтату үшін қолданылады

Гондола - Генератор, беріліс қорабы және басқару жүйесі орналасқан бөлік



1.5-сурет - Жел Электр станциясының құрылысы

Жел қондырғыларының негізгі 5 түрі

Горизонталь осьтік - Жел генераторларының ең көп таралған түрі. Олардың дизайны көлденең осьтің айналасында айналатын пышақтарды қамтиды. Мұндай қондырғылар үнемі жел соғатын жерлерде қолдануға жарамды.

Вертикаль-осьтік - Бұл типтегі құрылғыларда тік осьтің айналасында жүздер болады. Олар сирек кездеседі, бірақ олардың дизайны кез-келген бағыттағы желде жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Гибридті жел генераторлары. Бұл көлденең осьтік және тік осьтік модельдердің элементтерін біріктіретін құрылғылар. Олар желдің әртүрлі жағдайларында жұмыс тиімділігін арттыруға арналған.

Микрожелгенераторлар. Шағын нысандарды: саяжайларды, қайықтарды немесе лагерьлерді электр қуатымен қамтамасыз етуге арналған қондырғылар. Олар көбінесе күн панельдерімен бірге қолданылады.

Су жел генераторлары. Бұл құрылғылар теңіздегі немесе мұхиттағы платформаларға орнатылады. Су бетіндегі тұрақты қатты желдің арқасында олар көп мөлшерде электр энергиясын өндіруге қабілеті жоғары.

Сипаттамасы:

Осьтік орналасуына байланысты:

Көлденең осьті Пышақтары жерге параллель айналады. Кең таралған, тиімділігі жоғары.

Тік осьті Пышақтары жерге перпендикуляр айналады. Желдің бағытына тәуелсіз, бірақ тиімділігі төменірек.

Пышақ саны бойынша:

Бір пышақты: Арзан, бірақ теңгерімді қамтамасыз ету қиын.

Екі пышақты: Жеңіл әрі арзан, дірілдеуі жоғары.

Үш пышақты: Тұрақты, шуыл деңгейі төмен, ең көп қолданылатын түрі.

Көп пышақты: Әдетте су айдау үшін қолданылады, тиімділігі төмен.

Желдің жылдамдығы бойынша:

Аз жылдамдықты: 3-5 м/с жылдамдықта жұмыс істейді.

Орташа жылдамдықты: 5-15 м/с аралығында.

Жоғары жылдамдықты: 15 м/с және одан жоғары.

Техникалық сипаттамалары:

Қуаты: 100 Вт-тан бірнеше МВт-қа дейін.

Ротор диаметрі: 1 метрден 200 метрге дейін. Диаметрі неғұрлым үлкен болса, соғұрлым көп энергия өндіріледі.

Айырғыш жылдамдығы: Ротордың айналу жылдамдығы, 10-дан 30 айн/мин дейін.

Қуат коэффициенті - Жел энергиясының қаншалықты электр энергиясына айналатынын көрсетеді. Максимум мәні - 59.3% (Бетц шегі). Қазіргі жел генераторлары 35-45% тиімділікке жетеді.

Шу деңгейі: Орташа есеппен 40-50 дБ.

Артықшылықтары:

Қайта қалпына келетін энергия көзі, экологиялық таза.

Операциялық шығындары төмен.

Жергілікті ауыл-аймақты электрмен жабдықтауды қамтамасыз етеді.

Кемшіліктері:

Желдің тұрақсыздығына тәуелді.

Шу және көлеңке жыпылықтауы.

Құрылысы мен орнату құны жоғары.

Қолдану салалары:

Өнеркәсіптік жел парктері: Ірі электр станциялары ретінде жұмыс істейді.

Жеке үйлер мен шаруашылықтар: Шағын қуатты жел генераторлары қолданылады.

Орын таңдау критерийлері:

Желдің орташа жылдамдығы: 4 м/с-тен жоғары болуы қажет.

Жер бедері: Тегіс немесе төбелі аймақтар жақсы келеді.

Қауіпсіздік аймағы: Тұрғын үйлерден және табиғи қорықтардан қашық болуы керек.

2 Жел энергетикалық қондырғысын аймақтық жел жылдамдығына сәйкестендіре таңдау

Қазақстанның жел энергиясы - жаңартылатын және экологиялық таза энергия көздерінің бірі, ал географиялық ерекшеліктеріне назар аударсақ жел энергетикасын дамытуға қолайлы жағдай жасайды.

Қазіргі таңда аймақтық жел жылдамдығын ескере отырып, тиімді жел энергетикалық қондырғыларын (ЖЭҚ) таңдау маңызды мәселе болып табылады. Осы бөлімде орташа жел жылдамдығы 6-7 м/с болатын аймақтар үшін ЖЭҚ таңдау критерийлары жүргізіледі.

Жел турбиналарын таңдау критерийлері

Бастапқы жұмыс жылдамдығы- Орташа жел жылдамдығы 6-7 м/с болатын аймақтар үшін Турбинаның электр энергиясын өндіре бастайтын ең төменгі жел жылдамдығы 3-4 м/с болатын турбиналар тиімді болып саналады.

Номиналды қуат Турбинаның максималды тиімділікпен жұмыс істейтін қуаты. Аймақтық энергия қажеттіліктеріне және жел ресурстарына байланысты номиналды қуатты таңдау маңызды.

Ротор диаметрі және мұнара биіктігі: Ротордың диаметрі мен мұнараның биіктігі жел энергиясын тиімді пайдалануға әсер етеді. Биік мұнаралар мен үлкен ротор диаметрі жоғары энергия өндіруге мүмкіндік береді, себебі жел жылдамдығы биіктікпен артады .

Турбиналардың техникалық сипаттамалары:

Орташа жел жылдамдығы 6-7 м/с болатын аймақтар үшін келесі техникалық сипаттамалары бар турбиналар ұсынылады:

Номиналды қуат: 1,5-3 МВт

Ротор диаметрі: 70-100 м

Мұнара биіктігі: 80-120 м

Мысалы, диаметрі 15 м болатын жел доңғалағы 8 м/с жел жылдамдығында 15 кВт қуат өндіре алады.

Орташа жел жылдамдығы 6-7 м/с болатын аймақтар үшін келесі төрт жел қондырғысының техникалық сипаттамаларын салыстырып көрсетейін:

2.1-кесте - Жел қондырғыларының модельдер

Қондырғы модельдері	Номиналды қуаты	Ротор диаметрі	Мұнара биіктігі	Ерекшеліктері
Siemens Gamesa SG 2.1-114	2.1	114	80	Үлкен ротор диаметрі төмен және орташа жел жылдамдығында да жоғары энергия өндіруге мүмкіндік береді.

2.1-кестенің жалғасы

Vestas V90 - 2.0 MW	2.0	90	105	Орташа жел жылдамдығына арналған жоғары тиімділікке ие.
GE 2.5-120	2.5	120	85	Жоғары өнімділік және сенімділік, әртүрлі жел жағдайларына бейімделген.
Nordex N100/2500	2.5	100	100	Орташа жел жылдамдығы бар аймақтарға арнайы жасалған.

2.1 Жел энергетикалық қондырғысының техникалық-экономикалық есептеулері

Осы кестеден ЖЭҚ-ын салыстыра отырып мен Siemens Gamesa SG 2.1-114 атты Жел электр қондырғысын таңдадым

Себебі: Siemens Gamesa SG 2.1-114 орташа жел жылдамдығы 6-7 м/с болатын аймақтар үшін арнайы жасалған.

Оның негізгі техникалық параметрлері:

Номиналды қуаты: 2,1 МВт

Лопастың ұзындығы - 57 метр

Ротор диаметрі: 114 м

Мұнара биіктігі: 80-110 м

Бастапқы жұмыс жылдамдығы: 3 м/с

Максималды жұмыс жылдамдығы: 25 м/с

Бұл сипаттамалар Siemens Gamesa SG 2.1-114-тің төмен және орташа жел жылдамдығында тұрақты жұмыс істеп, жоғары энергия өндіруін дәлелдейді.

Энергия өндіру есебі:

Жел турбинасының жылдық энергия өндірісін есептеу үшін келесі формула қолданылады:

$$E_{\text{жыл}} = P_{\text{ном}} \cdot C \cdot T \quad (2.1)$$

мұндағы:

$E_{\text{жыл}}$ - жылдық энергия өндіру (МВт·сағ)

$P_{\text{ном}}=2.1\text{МВт}$ - турбинаның номиналды қуаты



2.1-сурет-Siemens Gamesa 2.1-114 жел турбинасы

C_F - Capacity Factor (қолданылу коэффициенті, желдің қаншалықты тұрақты екеніне байланысты, Біздің жобамыздың таңдалған аймағы Қордай ауылы (орташа жел жылдамдығы 6,5-7,5 м/с) болғандықтан орташа мәнді

$C_F = 0.35$ деп аламыз бұл біздің есепке сәйкес келеді)

$T = 8760$ сағат/жыл

Шешуі:

$$E_{\text{жыл}} = 2.1 \cdot 0.35 \cdot 8760 = 6432 \text{ МВт}$$

Қордай ауылына Siemens Games 2.1-114 жел турбинасын орнатқан жағдайда жылына 6432 МВт энергия өндіре алады

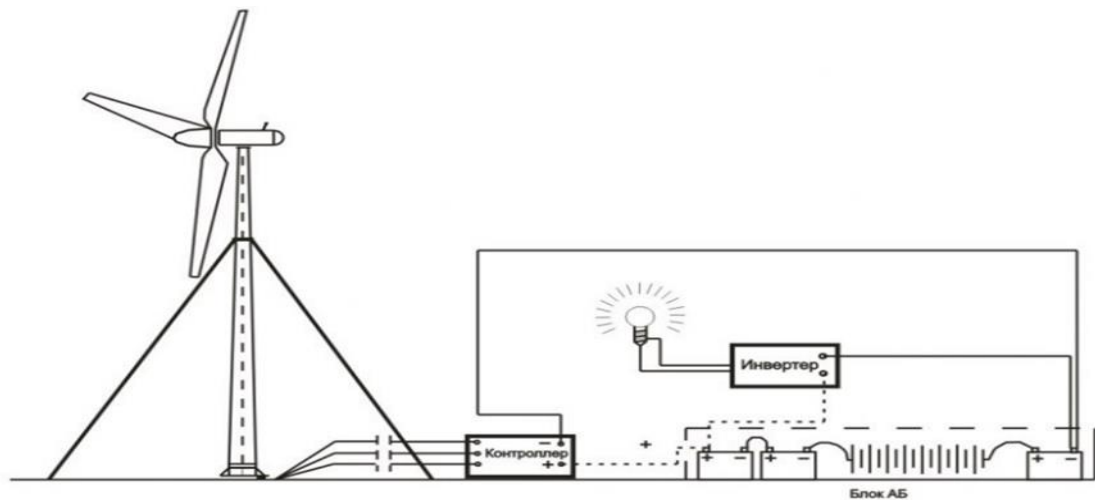
Экономикалық және Экологиялық тұрғыда әлеуетін айтып кетсек:

Экономикалық: Siemens Games 2.1-114 жел турбинасы жылына 6432 МВт энергия өндіргендіктен бізге жылына 463 000 АҚШ доллар табыс әкеледі

Экологиялық : көмірбен салыстырғанда $\approx 5\,147$ т CO_2 азайтуға мүмкіндік береді, бұл шамамен 262 400 USD әлеуметтік пайдаға бағаланады.

2.2 Жел генератордың схемасын зерттеу және инверторды таңдау

Жел генераторы дегеніміз- желдің механикалық энергиясын электр энергиясына түрлендіру үшін қолданылатын құрылғы болып табылады. Олар экологиялық таза энергия көзі ретінде кеңінен қолданылады және жаңартылатын энергия көздерін пайдаланудың маңызды компоненті болып табылады. Жел генераторларының тиімділігі желдің жылдамдығына, лопастарының пішініне, басқару жүйелеріне және басқа да факторларға байланысты өзгеріп отырады.



2.2-сурет - Жел генераторының жұмыс істеу схемасы

Бұл суретте жел генераторының жұмыс схемасы көрсетілген. Схема жел турбинының негізгі бөліктерін және олар электр энергиясын қалай өндіретінін көрсетеді.

Жел турбины (Лопастары мен генератор): Бұл компонент жел энергиясын механикалық энергияға айналдырып, генератор арқылы электр энергиясына түрлендіреді.

Контроллер: Контроллер жел турбинының жұмысын бақылап, оның жұмыс режимін реттейді. Ол жүйенің дұрыс жұмыс істегенін қамтамасыз ету үшін маңызды роль атқарады.

Инвертор: Инвертор - тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіру үшін қажет. Жел генераторынан алынған энергия бастапқыда тұрақты ток түрінде болады, оны инвертер айнымалы токқа айналдырады, сондықтан ол тұрмыстық электр құралдарын қуаттау үшін қолданылуы мүмкін.

Жарық немесе басқа жүктеме: Бұл электр энергиясын пайдаланатын құрылғы. Мұнда жарық көзі көрсетілген, бірақ басқа да электрлік жүктемелер қолданылуы мүмкін.

Жел генераторының жұмыс принципі келесі келесі пункттар бойынша орындалады:

Жел лопастары арқылы генераторды айналдырып, механикалық энергия береді.

Генератор алынған механикалық энергияны электр энергиясына түрлендіреді.

Электр энергиясы контроллер арқылы өңделіп, инвертерге беріледі.

Инвертер тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіреді, содан кейін энергия жарық немесе басқа жүктемелерге беріледі.

Желгенераторына Инверторды тандау бөлімі

Инвертор - тұрақты токты айнымалы токқа түрлендіретін сандық құрылғы. Мұндай электронды түрлендіргіштер тұрмыстық техникадан бастап өндірістегі автоматтандыру жүйелеріне дейін әртүрлі салаларда қолданылады. Инвертордың негізгі функциясы- айнымалы ток беру.

Инвертордың жұмыс істеу принципі

Инвертордың жұмыс істеу принципі бірнеше негізгі кезеңнен тұрады:

Тұрақты токтың импульстік сигналға айналуы

Тұрақты токты айнымалыға айналдыру үшін жоғары жылдамдықтағы электронды кілттер қолданылады. Олар тұрақты кернеуді жылдам қосып-өшіріп, импульстік сигнал жасайды.

Кернеуді күшейту (егер қажет болса)

Егер инвертор батареядан (мысалы, 12V) жұмыс істесе, трансформатор немесе кернеу көтергіш схемалар арқылы 220V немесе басқа қажетті кернеуге дейін күшейтіледі.

Импульстік сигналды таза синусоидаға айналдыру

Инвертордың шығысындағы сигнал бастапқыда тікбұрышты немесе модульденген сигнал болуы мүмкін. Оны таза айнымалы токқа (синусоидалы толқынға) айналдыру үшін LC-сүзгілер қолданылады. Бұл шу мен жоғары жиілікті компоненттерді жоюға көмектеседі.

Инвертордың негізгі түрлері

Инверторлар бірнеше түрге бөлінеді:

Кәдімгі (модификацияланған синусоида) - қарапайым құрылғылар үшін қолайлы, бірақ кейбір электроникаға (мысалы, асинхронды моторларға) жарамсыз болуы мүмкін.

Таза синусоидалы инвертор - сапалы айнымалы кернеу береді, тұрмыстық және өнеркәсіптік техникада қолданылады.

Көп деңгейлі инверторлар - жоғары тиімділік пен төмен шу үшін күрделі схемалармен жасалады.

Мен Қордай ауылына Power One 2.5 МВт атты инверторды тандадым

Жел генераторымен жұмыс істеу принципі

Power one 2.5 Мвт инверторы жел генераторы шығаратын тұрақты токты (DC) тұрмыстық техникаға жарамды таза синусоидалы айнымалы токқа (AC) түрлендіреді. Кірістірілген PLC контроллері жел генераторынан энергияны тиімді пайдалануды қамтамасыз ету арқылы батареяларды зарядтау процесін оңтайландырады. Инвертор желіден тыс жұмыс істей алады, электр қуаты болмаған кезде қуат береді.

Техникалық сипаттамалары:
 Инвертордың қуаты: 2,5 МВт
 Қосылу кернеуі: 400 V ~ 850 V
 Максималды кіріс кернеуі: 1000 V
 Кернеу ауқымы: 1000 V
 Тұрақты шығыстың қуаты: 215 кВт
 Шығыс кернеуі: 380V - 480V
 Жиілік: 50/60 Гц
 Қосылу жүйесі: 3-фазалы, тұтынушы желісіне қосылу
 Эффе́ктивтілік (жүйенің): 98.9%
 IP деңгейі (қорғаныс): IP65 (сыртта орнатуға болады)
 Жұмыс температурасы: -25°C +60°C
 Қолданылу жағдайы: Сыртқы ортада, ашық ауада
 Артықшылықтары мен кемшіліктері
 Артықшылықтары
 Жоғары тиімділік (99% дейін).
 Көптеген МРРТ жолдары, әрбір энергия көзі үшін тиімді жұмыс.
 IP65 қорғаныс - сыртқы ортада жұмыс істеуге мүмкіндік береді.
 Интеллектуалды бақылау жүйесі, қашықтан мониторинг мүмкіндігі.
 Энергия жүйесінің артық жүктемеден немесе қысқа тұйықталудан қорғалуы.
 Кемшіліктері
 Шектеулі қуат: үлкен қуат жүйелері үшін жеткіліксіз болуы мүмкін.
 Техникалық қызмет көрсету талаптары: ұзақ мерзімді жұмысты қамтамасыз ету үшін тұрақты бақылау және техникалық қызмет көрсету қажет.
 Құны: инверторының құны шамамен 2 200 000 теңгені құрайды. Бағалар жеткізушіге және аймаққа байланысты өзгеруі мүмкін.
 Кепілдік: Өндіруші 1 жылға кепілдік береді. Белгілі бір сатушыдан кепілдік шарттарын нақтылау ұсынылады.

2.3 Қосымша энергия сақтау жүйесің орнату

2.2-кесте-Аккумулятор модельдері мен сипаттамалары

Модельдері Сипаттамасы	1.1. Ritar RA12-100S	1.2. Revolter GPL 12100	1.3. Delta DTM 12100 L	1.4. SVC VP12100/N	1.5 Challenger A12-100SA
Технологиясы	AGM (Absorbent Glass Mat)	VRLA (Valve Regulated Lead Acid)	AGM (Absorbent Glass Mat)	AGM (Absorbent Glass Mat)	AGM (Absorbent Glass Mat)

Сыйымдылығы(Ah)	100	100	100	100	100
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----

2.2-кесте-жалғасы

Кернеуі(U)	12	12	12	12	12
Өлшемі(мм))	330×171×22 2 мм	330×171×21 8 мм	330×171×21 7 мм	330×171×22 0 мм	330×171×22 1 мм
Салмағы(кг)	29.5	28.3	29	29.5	29
Қызмет мерзімі	10 жыл	10 жыл	8-10 жыл	8-10 жыл	10-12 жыл
Бағасы	121 188 тг	114 834 тг	105 350 тг	95 718 тг	110 000 тг

Осы аккумуляторлардың ішінен ең тиімді нұсқасы: SVC VP12100/N аккумуляторы, баға, сыйымдылық көрсеткіші бойынша ең тиімді болып табылады.

Энергия сақтау уақытын есептеу:

Энергия сақтау уақытын есептеу үшін аккумулятордың жалпы энергиясын (Вт*сағ) жүктеменің қуатына (Вт)

$$T = E/P \quad (2.2)$$

T-аккумулятордың энергия сақтау уақыты (сағат)

E-аккумулятордың жалпы энергиясы (Вт*сағ)

P-жүктеменің қуаты (Вт)

2.3-кесте-Энергия сақтау уақыты (әртүрлі жүктемелер үшін)

Жүктеме (P, Вт)	Формула T=E/P	Уақыт (сағат)
100	1200/100	12
200	1200/200	6
500	1200/500	2.4
1000	1200/1000	1.2

2.4 Қордай ауылының энергия тұтыну есебі

Қордай ауылының тұрғындар саны 2023 жылғы мәлімет бойынша 38960 адамды құрайды.

Орташа энергия тұтыну: Қазақстанда бір үй шаруашылығының орташа электр энергиясын тұтынуы жылына 2,548 кВт·сағ құрайды.

Жалпы энергия қажеттілігі: Егер орташа үй шаруашылығында 4 адам болса, Қордай ауылында шамамен 9,740 үй шаруашылығы бар

(38,960 / 4).

Олардың жылдық энергия тұтынуы 24,817,520 кВт·сағ ($9,740 \times 2,548$).

Ветрогенератор саны: Мысалы мен таңдаған Siemens ветрогенератордың қуаты 2,1 МВт (2,100 кВт) болса және ол жылына 30% уақыт жұмыс істесе ($2,100 \text{ кВт} \times 0.3 \times 8,760 \text{ сағ} = 5,518,800 \text{ кВт·сағ}$), онда Қордай ауылының қажеттілігін қамтамасыз ету үшін шамамен 5 ветрогенератор қажет ($24,817,520 \text{ кВт·сағ} / 5,518,800 \text{ кВт·сағ}$).

3 Жел қондырғысынан жел энергиясын өндіру үшін қандай қондырғылар қажет

Таңдалған қондырғылар тізімі: Бізге негізгі қажет қондырғылар: Генератор, Аккумулятор, Инвертор, Контроллер

3.1 Жұмысқа қажетті техникалық құралдарды таңдап алу

Қос қоректендіру көзі бар индукциялық типті номиналды қуаты 690 Вт генератор

SVC VP12100/N типті аккумулятор

Power One 2.5 МВт типті инвертор

PLC типті контроллер

3.1-кесте-Құрылғыларды таңдаудың салыстырмалы кестесі

Атауы	Түрі	Қуаты	Кернеуі	Ток	Жиілік	Сыйымдылық
Генератор	Fortis Montana 10 kW	10000кВт	230 В	14	50	
Аккумулятор	SVC VP12100/N	1200 Вт	12	30	50	100
Инвертор	Power one 2.5 МВт	2.5 МВт			50	
Контроллер	Siemens S7-1500 PLC					

3.2 Қуатын есептеуге жүргіземіз

Электр энергиясын қолдануды есептеу үшін келесі негізгі формула қолданылады:

$$S = P \cdot T \quad (3.1)$$

S- қолданылған электр энергиясы, Вт*сағ;

P- электр аспабының номиналды қуаты, Вт;

t- электр аспабының жұмыс уақыты, сағ.

Мысалы 40 Вт қуаты бар ноутбукты алсақ, ноутбуктың бір күн ішіндегі электр энергиясын пайдалануын есептеп көрейік

$S = 40 \cdot 5 = 200$ Вт(бір күнде пайдаланылатын электр энергиясы)

3.2-кесте Электр қондырғыларының қуат тұтыну көрсеткіштері

Электрлі қондырғылардың атаулары	Қуаты (Вт)	Уақыт (сағат)	Электр энергиясын пайдалану түрі	
			Күні	Айы
Ноутбук	40	5	200 Вт*сағ	6000 Вт*сағ
Теледидар	100	6	600 Вт*сағ	18 000 Вт*сағ
Тоңазытқыш	20	24	480 Вт*сағ	14400 Вт*сағ
Кір жуғыш машина	2500	1	2500 Вт*сағ	75 000 Вт*сағ
Шаңсорғыш	1600	2	3200 Вт*сағ	96 000 Вт*сағ
Электр плита	2500	3	7500 Вт*сағ	225 000 Вт*сағ
Су жылытқыш	1500	3	4500 Вт*сағ	135 000 Вт*сағ
Қорытынды			18980 Вт*сағ	

3.3 Кабельді есептеу

Кабельді есептеу - электр тогының өткізгіш арқылы өткен кезде оның жылуын және токқа қарсы тұру қабілетін анықтауға арналған. Ережеге сәйкес, құрылғы мен кабельді таңдау энергетикалық тұтынысқа байланысты жүзеге асырылады. Осыған орай, алдын ала есептелген тұтыныс негізінде жел генераторынан электр энергиясын тұтынушыға дейінгі арақашықтықта кабельді таңдап, шығындарды және генератордың қажетті қуатын анықтаймыз. Кабельді есептеу орташаланған кабельдің техникалық сипаттамаларына сүйене отырып жүргізіледі.

Қуат пен кернеуге байланысты токты анықтау формуласы

$$I = \frac{P}{(\sqrt{3} \cdot U_c \cdot \cos \varphi)} \quad (3.2)$$

I-ток күші (А)

P-Қуат (Вт)

U-Кернеу (В)

Cos φ - қуат коэффициенті (көбінесе 0.8-1.0)

Көлденең қимасын анықтау формуласы

$$S = \frac{(I \cdot L \cdot 2)}{(\gamma \cdot \Delta U)} \quad (3.3)$$

Мұндағы:

S - кабельдің қимасы

I - ток күші

L -кабельдің ұзындығы

γ-өткізгіш материалдың меншікті өткізгіш

ΔU-рұқсат етілген кернеу төмендеуі

Мысалы: Менде 5 кВт қуатты электр қозғалтқыш бар, оны 380В кернеулі үш фазалы желіге қосу керек. Кабель ұзындығы - 30 метр. Қуат коэффициенті Cos φ - 0.9 Табу керек: Бізге Кабельдің қимасын есептеу керек.

Ток күшін есептейміз

$$I = \frac{P}{(\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi)} \quad (3.4)$$

Осыған мәндерді қоямыз

$$I = \frac{5000}{(\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.9)} = 8.44 \text{ А} \quad (3.5)$$

Қиманы анықтаймыз

$$S = \frac{(I \cdot L \cdot 2)}{(\gamma \cdot \Delta U)} \quad (3.6)$$

I=8.44А

L=30м

γ=56 мыс үшін

ΔU=10В (стандарт бойынша)

$$S = \frac{(8.44 \times 30 \times 2)}{56 \times 10} = 0.904 \text{ мм}^2 \quad (3.7)$$

Есептің қорытындысы

0.904 мм² - теориялық есеп бойынша шыққан кабельдің қимасы, бірақ ондай қимада кабель жоқ. Енді ең жақын үлкен стандартты өлшемді таңдаймыз - бұл 1.5 мм². Осы жағдайда 1.5 мм² мыс кабель қозғалтқышты қосуға жарайды (бірақ егер ұзындығы ұлғайса немесе ток көбейсе - 2.5 мм² қолданған дұрыс).

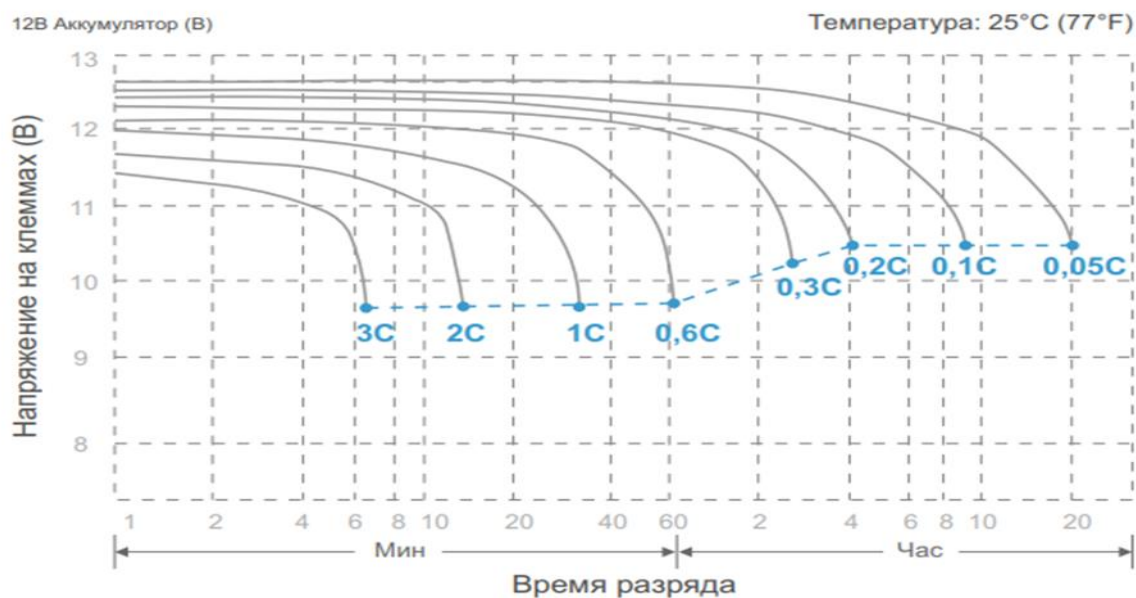
3.4 SVC12100/N Аккумуляторының техникалық сиппатамасы мен зарядталу және разрядталу графиктері

3.3-кесте SVC12100/N аккумуляторының техникалық сипаттамы

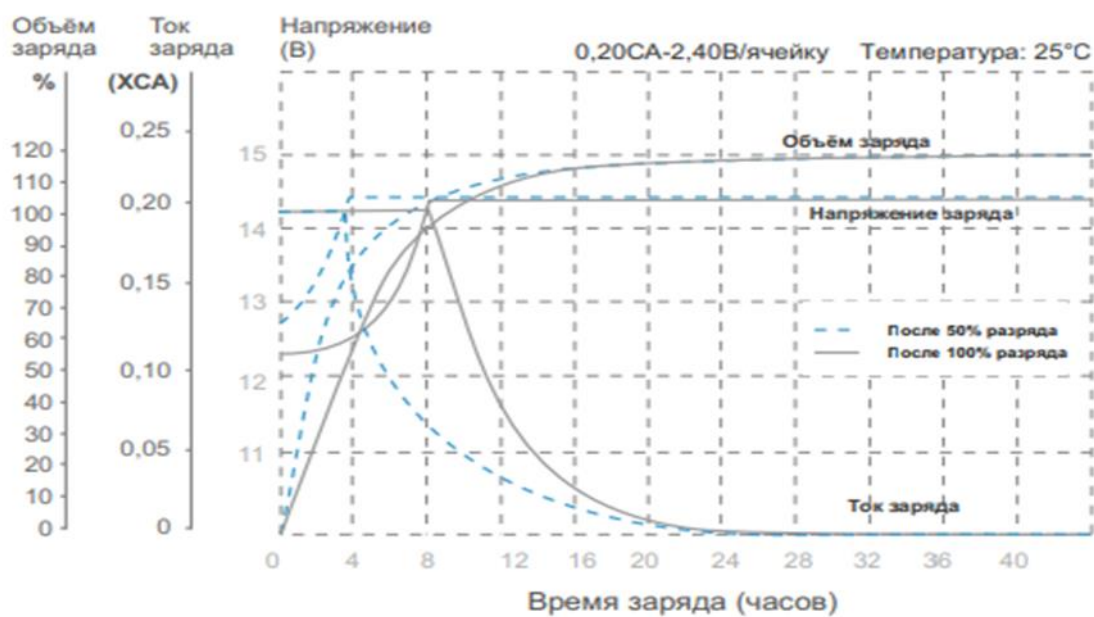
Номиналды кернеу	12 В	
Номиналды сыйымдылық	100Ah	
Аккумулятордың техникалық сипаттамалары	Ұзындығы	32 см
	Ені	17 см
	Батарея багының биіктігі	21 см
	Жалпы биіктігі	22 см
Салмағы	29 кг	
Есептік Сыйымдылығы (25°C)	10 сағат	100 Ампер-сағат
	3 сағат	75 Ампер-сағат
	1 сағат	55 Ампер сағат
Клемманың типі	T16	
Макс. Ток заряд	30А	
Макс. Ток разряд	800А	
Ішкі кедергі	4.5 мОм	
Жұмыс істейтін температураның диапазоны	Разряд	-15~50°C (5~122°F)
	Заряд	-10~50°C (14~122°F)
	Зарядттың толуы	-20~50°C (4~122°F)

Температураның аккумуляторға әсер етуі	40°C	102%
	25°C	100%
	0°C	85%
	-15°C	65%
Разряд көрсеткіші	3 ай	Қалдық сыйымдылығы: 91%
	6 ай	Қалдық сыйымдылығы: 82%
	12 ай	Қалдық сыйымдылығы: 65%
Зарядтың бос жүріс кезіндегі қозғалысы	13,50 дейін 13,80. Компенсация температуры: - 18 мВ/°С	
Циклдік заряд кернеуі	14,50 дейін 15,00. Компенсация температуры: -30мВ/°С	
Қызмет көрсету мерзімі	10 жыл	

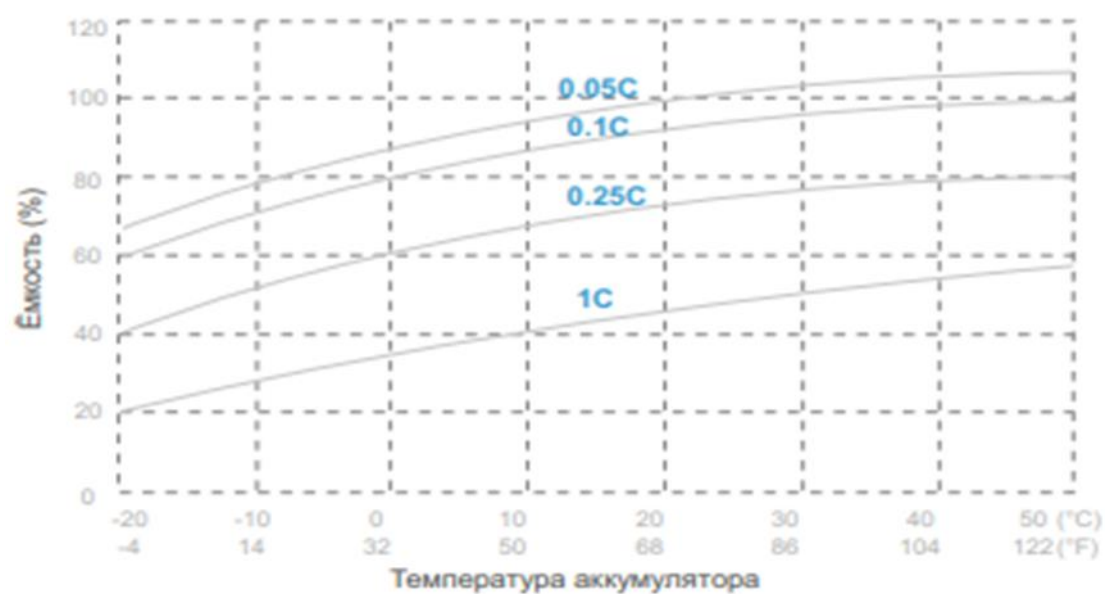
Зарядталу және разрядталу графиктері



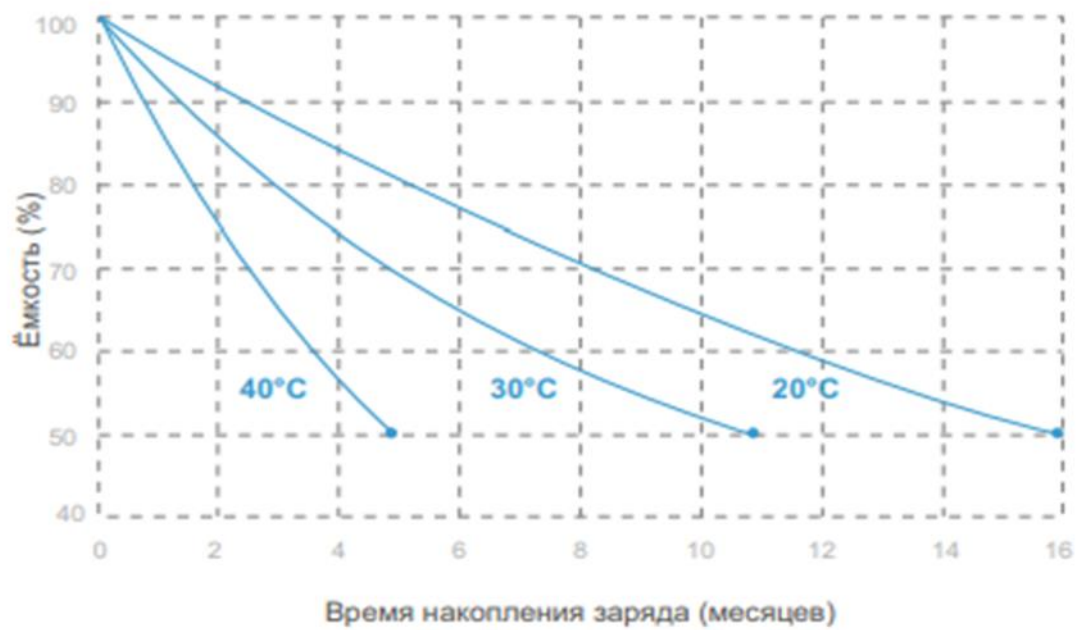
3.1- сурет- Разрядталудың сипаттамасы



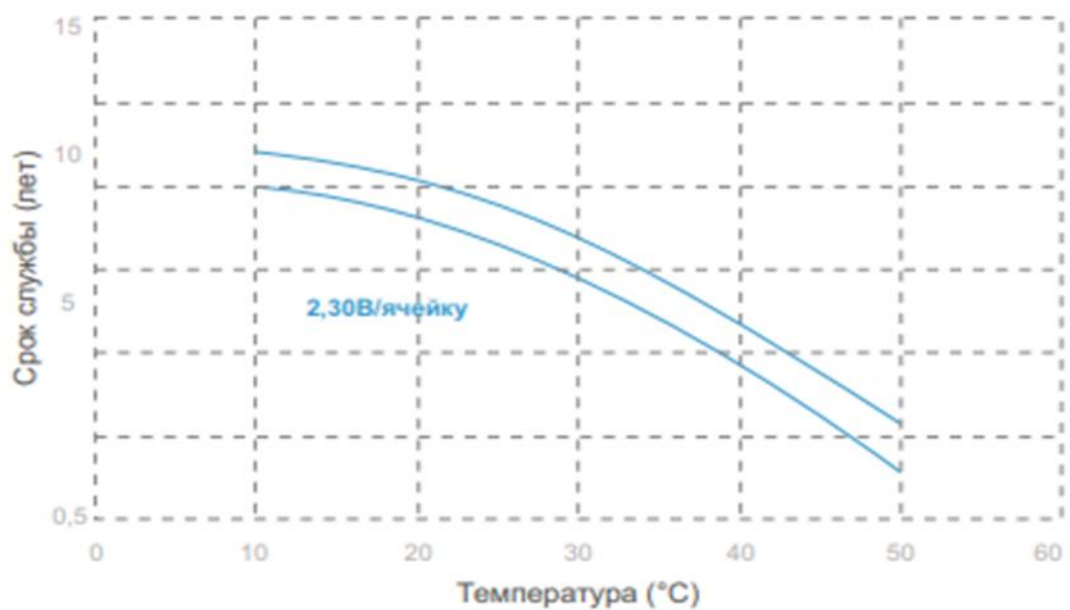
3.2- сурет- Разрядтың бос жүріс кезіндегі сипаттамасы



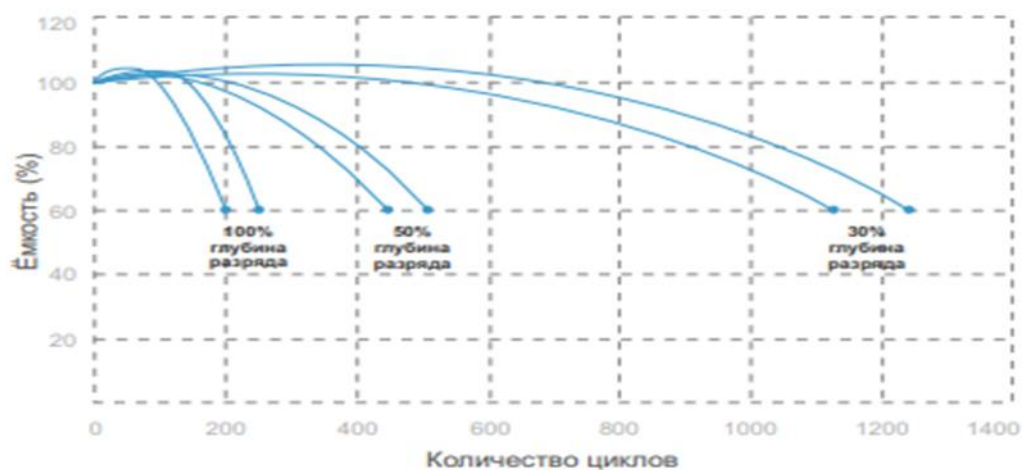
3.3-сурет- Температураның аккумуляторға тигізетін әсері



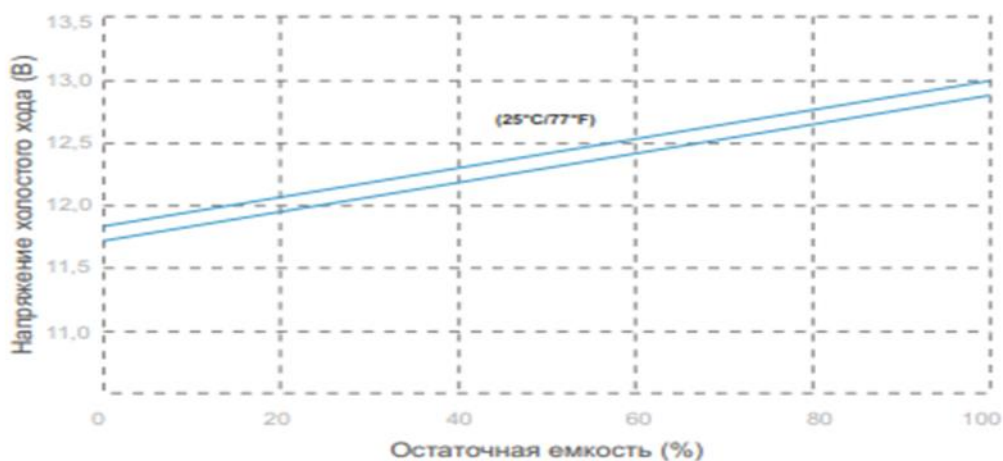
3.4- сурет- Өздігінен зарядтау кезіндегі сипаттама



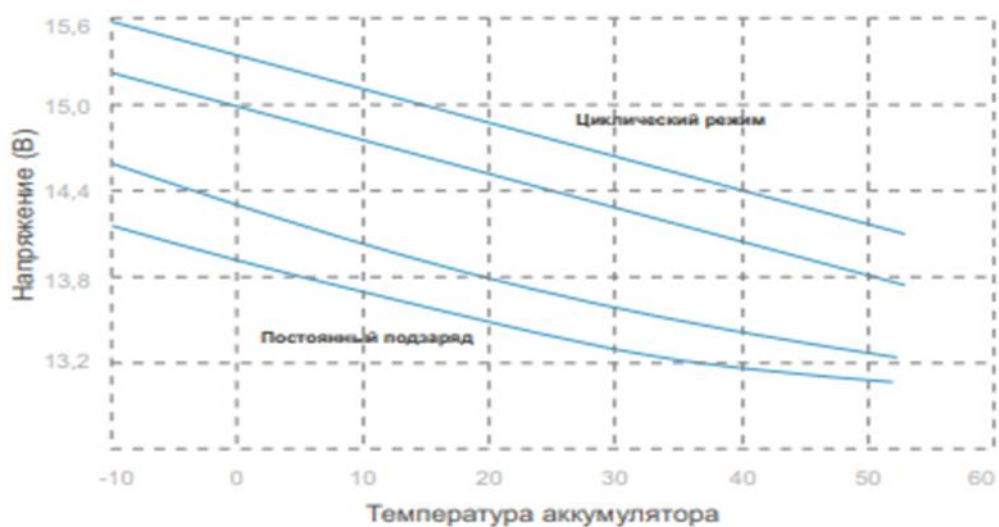
3.5-сурет-Температура әсер еткен кездегі қызмет көрсету мерзімі



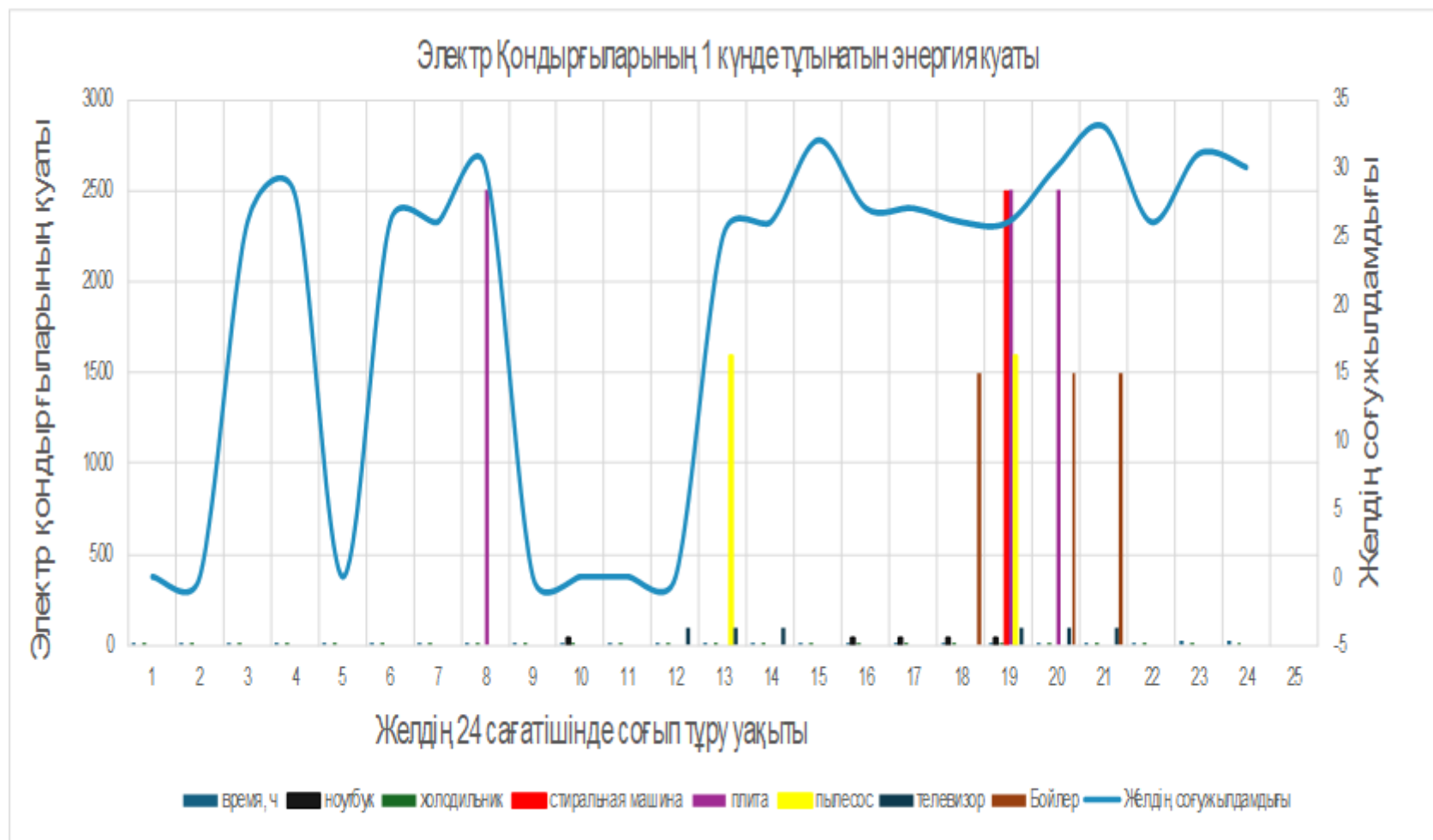
3.6-сурет- Разрядтың тереңдігі бойынша циклдік ресурс



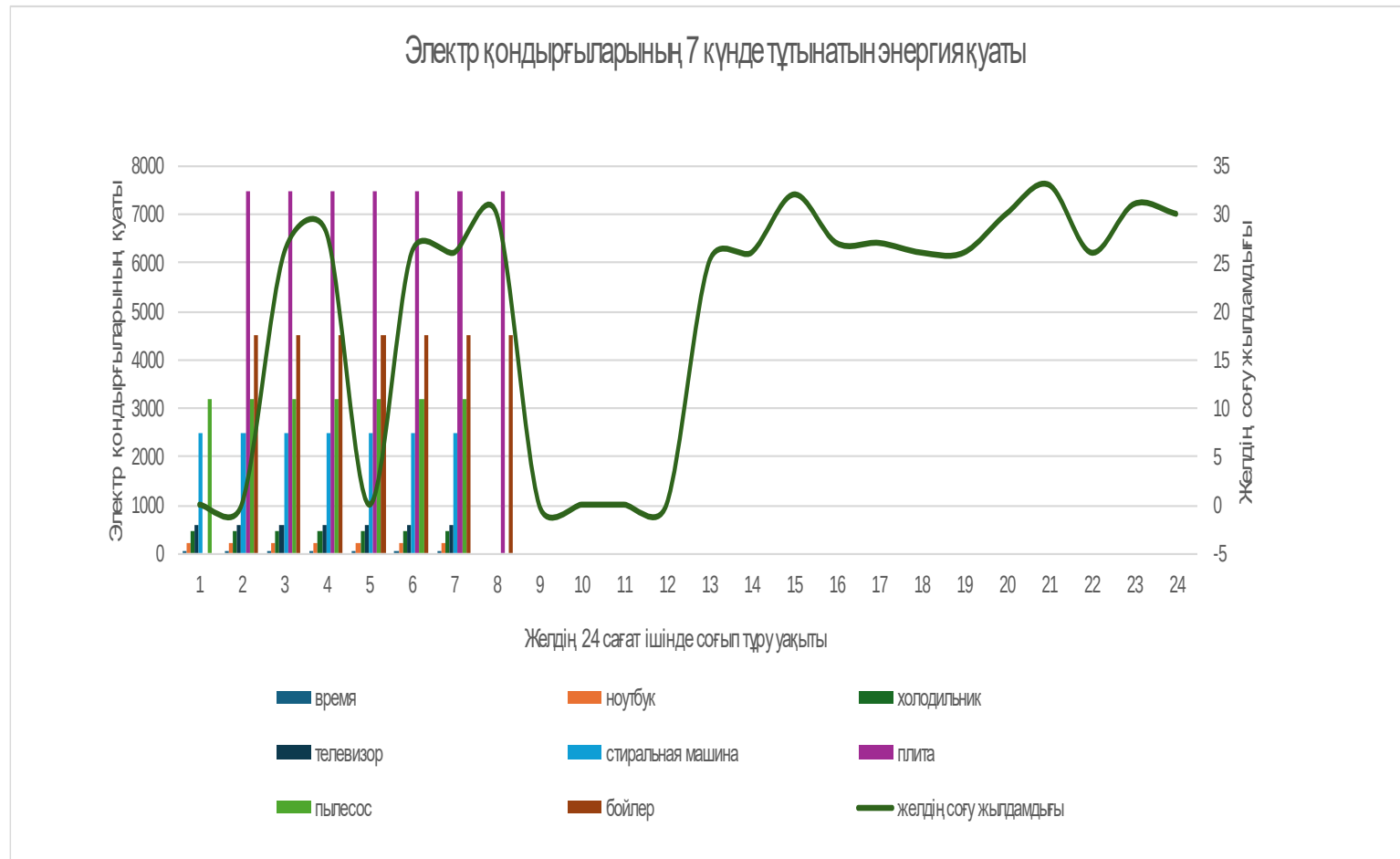
3.7-сурет - Бос жүріс кернеуі мен сыйымдылықтың қатынасы



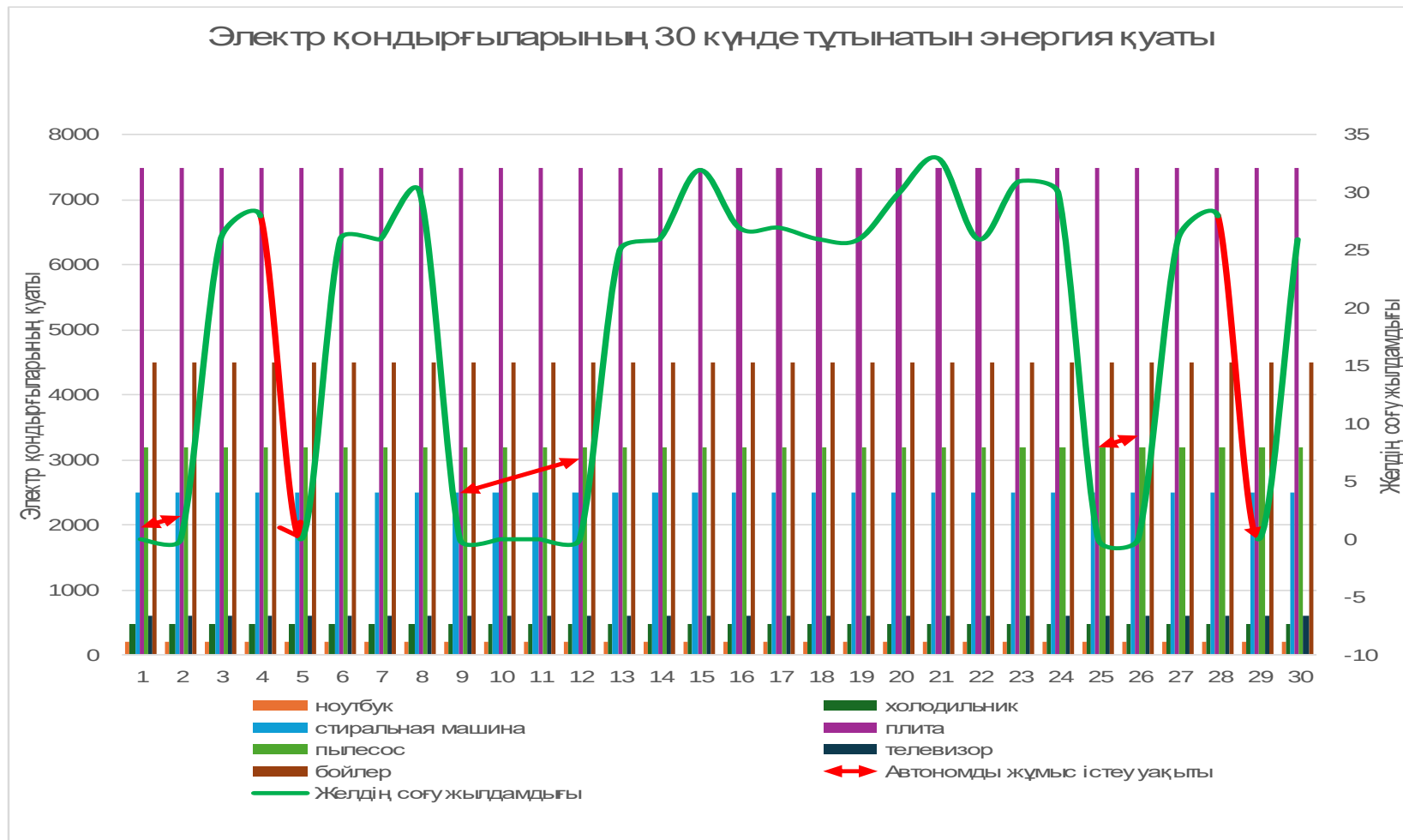
3.8 - сурет- Кернеу заряды мен температураның қатынасы



3.9-сурет- Электр қондырғыларының 1 күнде тұтынатын энергия қуаты



3.10-сурет - Электр Қондырғыларының 7 күнде тұтынатын энергия қуаты



3.11-сурет- Электр Қондырғыларының 30 күнде тұтынатын энергия қуаты

3.5 Батарея есептеу

Бізге батареясын есептеу үшін келесі пунктерді орындау қажет
Қордай ауылының тұрғындарының күндік тұтыну энергиясы
Батареяның номиналды кернеуі
Зарядталу потенциалы(DOD Depth of Discharge)
Батареяның автономды жұмыс істеу режиміндегі сағат саны
ПӘК мәні
Күндік тұтыну энергиясы

$$E_{day} = \sum(P \cdot t) \quad (3.8)$$

3.4-кесте-Электрлік қондырғылардың күндік тұтыну энергиясы

Электр қондырғылар атауы	Қуаты (Вт)	Уақыты (сағат)	Энергия (Вт*сағ)
Ноутбук	40	5	200
Теледидар	100	6	600
Тоңазытқыш	20	24	480
Кір жуғыш машина	2500	1	2500
Шаңсорғыш	1600	2	3200
Электр плита	2500	3	7500
Су жылытқыш	1500	3	4500

$$E_{\sum day} = 200 + 600 + 480 + 2500 + 3200 + 7500 + 4500 = 18980 \text{ Вт*сағ}$$

Батареяның номиналды кернеуі-12Вт

Зарядталу потенциалы(DOD Depth of Discharge)

SVC12100N - бұл қорғасын-қышқылды AGM аккумулятор, оларды ұзақ қызмет ету үшін макс. 50% дейін ғана разрядтаған дұрыс.

Сондықтан:

$$DOD = 0.5$$

Батареяның автономды жұмыс істеу режиміндегі сағат саны

Бізге график бойынша 10 сағат жел соқпайды және сол уақыт аралығында автономды режимде жұмыс жасау керек

ПӘК мәні

$$\eta = 0.9$$

Енді осы алынған мәндер бойынша қанша аккумулятор керектігін есептеу керек

$$N = P_{жалпы} \cdot t_{керек} / U \cdot Q \cdot DOD \cdot \eta$$

$$N = 18980 \cdot 10 / 12 \cdot 100 \cdot 0.5 \cdot 0.9 \approx 352$$

Бір батареядан шығатын пайдалы энергия

$$E = 12 \cdot 100 \cdot 0.5 \cdot 0.9 = 540 \text{ Вт}$$

Бір батареядың 18.98кВт кезынде жұмыс істеу уақыты

$$t = 540 / 18980 = 1.71 \text{ минут}$$

352 Батареядың жалпы энергиясы

$$E_{352} = 352 \cdot 540 = 190080 \text{ Вт}$$

Автономды жұмыс режимінде істеу уақыты

$$t = 190080 / 18980 = 10 \text{ сағат}$$

Сонда бізге Қордай ауылына 5 дана Жел турбинасын орнату барысында 352 аккумулятор жеткілікті болады.

Анализ Батарея

3.5- кесте Батареядің электрлік параметрлері

Параметрлері	Мәні
Номиналды кернеу	12 В
Номиналды сыйымдық	100 А*сағ
Номиналды энергия	1200 Вт
Толық заряд кернеуі	13.6-13.8 В
Заряд кернеуі	14.4-14.6 В

Зарядтау-разрядтау сипаттамалары

Разряд тереңдігі(DOD):

Циклдік ресурсы:

DOD 30 % → ≥1 200 цикл

DOD 50 % → ≥600 цикл

DOD 80 % → ≤300 цикл

ПӘК (энергетикалық тиімділік): 85 – 90 % (заряд/разряд циклінде)

Артықшылықтары

Жабық AGM технологиясы

Газ шығармайды, техникалық қызмет (су қосу) талап етпейді.

Қауіпсіздік

Вентилді клапан жүйесі арқасында артық қысым автоматты түрде босатылады; қысқа тұйықталуға қарсы ішкі қорғаныс.

Төмен ішкі қарсылық (~3.5 мΩ)

Жылдам заряд-разряд цикліне төзімді, жоғары тиімділік (85-90 %) сақталады.

Бұлтартпас жұмыс температурасы
-20...+60 °C аралығында қызмет етеді, +20...+30 °C аралығы – оптималды.

Төмен өзін-өзі разрядтау
≤3 % айына (25 °C), кейде ұзақ сақтау керек болғанда маңызды.

Арзан бағасы

Литий-ион батареяларға қарағанда бастапқы инвестиция төмен.

Жел/күн энергетикасына лайық

30-50 % DOD режимінде ≥600 цикл, авариялық режимде 80 % DOD-те де жұмыс істей алады.

Кемшіліктері

Салмағы ауыр

Әр батарея ~30 кг, үлкен батарея банктерін орнату кезінде инфрақұрылым қажет.

Шектеулі циклдік ресурсы

50 % DOD-та ~600 цикл, литий-темір фосфат сияқты технологиялармен салыстырғанда төмен.

Энергия тығыздығы

Li-ion батареяларға қарағанда сыйымдылық/салмақ қатынасы нашар.

Төмен кернеу тұрақтылығы

Разряд кезінде кернеу тез төмендеуі мүмкін, кейбір құрылғыларға қосымша регуляция қажет.

Экологиялық аспект

Қорғасын-қышқылды химия, дұрыс қайта өңделмесе қоршаған ортаға зиян келтіруі мүмкін.

Тиімділік азаяды суықта

Төмен температурада сыйымдылық пен циклдік ресурс айтарлықтай төмендейді

Не үшін мен осы модельдегі аккумуляторды таңдадым?

Жүйелік талаптарға сәйкестігі

Номиналды кернеуі (12 В) мен сыйымдылығы (100 А·сағ) сіздің инвертор және жел турбина жүйеңізбен толық үйлеседі. Бұл параметрлер қозғалтқышты, шағын тұрмыстық жабдықтарды және жел-күн гибридік станцияны тұрақты түрде қоректендіруге жеткілікті.

Жабық AGM технологиясының артықшылықтары

Газсыз, техникалық қызметсіз жұмыс: AGM матрица электролитті ішке байлап ұстайды, бұл батареяны жабық немесе шағын контейнерде орнатуға мүмкіндік береді. Кордайдағы шаң-тозаңды, суық-ыстық ауытқымалы климат жағдайында техникалық қызмет көрсету қиын болғандықтан, бұл үлкен артықшылық.

Қауіпсіздік және сенімділік

Вентильді клапан механизмі қысымның шамадан тыс өсуін алдын алады, ал ішкі клапандар ішкі қысымды ұстап тұрады. Бұл - қорғаныс жүйесінің маңызды элементі, әсіресе қатты ауа райы мен вибрация кезінде.

Төмен ішкі қарсылық ($\sim 3.5 \text{ м}\Omega$) мен циклдік ресурсы (≥ 600 цикл @ 50 % DOD) - ауыр циклі бар жел-күн жүйелеріне жататын батареяларды жиі зарядтау-разрядтауға төзімді етеді.

Қарапайым орнату және қолайлылық

IP20 қорғаныс, тым ауыр емес корпус ($\sim 30 \text{ кг}$) - жеңіл монтаж, стандартты аккумуляторлық шкафтарға немесе металл рельстерге бекіту мүмкіндігі. Жергілікті монтажшылар мен техникалық қызмет көрсету тобына ыңғайлы.

Экономикалық тиімділік

Бастапқы инвестициялық соманы қатты талап етпеуі: қорғасын-қышқыл батареялар қазіргі таңда литий-ион опцияларына қарағанда арзанырақ болып келеді. Менің жоба бюджетіме, бұл SVC12100\N аккумуляторы таптырмас нұсқаларды бірі болып табылады.

Климаттық бейімделу

- $20 \dots +60^\circ \text{C}$ арасындағы жұмыс температурасы - Қордайдағы қатты суық пен ыстық күндерде де батарея сыйымдылығы мен қызмет мерзімін сақтап қалады.

Қорытынды:

SVC12100\N - сенімді, техникалық қызметсіз AGM батарея, жел/күн энергетика жүйелеріне лайықталған.

Электр-химиялық тиімділігі (85-90 %) мен циклдік ресурсы (600-1200 цикл) орташа индустриялық көрсеткіштерге сай.

Салыстырмалы артықшылықтары:

Жабық AGM дизайны - газ шығармайды

Минималды техникалық қызмет: суарманы талап етпейді

Жақсы ішкі қарсылық - жоғары энергетикалық тиімділік

3.6 Инверторды есептеу

Бізге инвертор санын есептеу үшін Қордай ауылына орнататын Жел турбинасының қуатын Инвертор өңдейтін қуатқа бөлеміз

Шешуі: Siemens Gamesa SG 2.1-114 жел турбинасының әрқайсысының қуаты 2.1 МВт, ал маған 5 жел турбинасын орнату керек:

Жалпы қуат:

$$P_{\text{жалпы}} = 2.1 \text{ МВт} \times 5 = 10.5 \text{ МВт}$$

Ал енді Инвертор санын табу үшін осы мәнді Инвертор өңдей алатын қуатқа бөлеміз әрбір Power-One инверторы 2.5 МВт-ты өңдей алады.

$$N = P_{\text{жалпы}} / P_{\text{инвертор}} = 10.5 \text{ МВт} / 2.5 \text{ МВт} \approx 5 \text{ МВт}$$

Яғни, 5 инвертор орнатуға болады



3.12-сурет- Power One 2.5 МВт инверторы

Анализ Инвертор:

Жалпы сипаттама

Power One (қазіргі ABB немесе Fimer брендімен белгілі) 2.5 МВт қуаттылығындағы инвертор - бұл жоғары вольтты және қуатты жел немесе күн энергиясын электр торабына түрлендіріп беруге арналған орталық типті (central inverter) құрылғы. Ол жел генераторларынан немесе фотоэлектрлік панельдерден келетін тұрақсыз токты тұрақты айнымалы токқа айналдырады

3.6-кесте - Power-One инверторының техникалық сипаттамасы

Параметрлер	Сипаттамасы
Номиналды қуаты	2.5 МВт
Тиімділігі	98.7
Кіріс кернеу диапазоны	550-1000В
Шығыс кернеу диапазоны	400 В немесе 690 В (жүйе конфигурациясына байланысты)
Шығыс жиілігі	50 Гц
Фазалар саны	3 фазалы
Салмағы	18 кг
Салқындату түрлері	Сұйықтықпен немесе ауа арқылы (модельге байланысты)
Жұмыс температурасы	-20°C-тан +60°C-қа дейін
IP қорғаныс дәрежесі	IP65 (Outdoor, сыртта жұмыс істеуге жарамды)

Артықшылықтары

Жоғары тиімділік - 98.7% дейін. Бұл электр энергиясының минималды шығынмен түрлендірілуін қамтамасыз етеді.

Жоғары қуат - 2.5 МВт қуаты арқасында бірнеше жел турбиналарын бір инвертор арқылы басқаруға болады.

Кең температура диапазоны - бұл Қордай аумағындағы климаттық жағдайларға бейімделуге мүмкіндік береді.

Желіден басқару - Инверторда SCADA жүйесіне қосылуға мүмкіндік беретін коммуникациялық интерфейстер бар (Modbus, Ethernet, т.б.).

Көп функциялы қорғаныс жүйелері – жүктемеден қорғау, кернеу ауытқуы, қысқа тұйықталу.

Кемшіліктері

Салмағы ауыр - орнату үшін арнайы техника мен іргетас қажет.

Тек үлкен жүйелерге арналған - 2.5 МВт қуаты шағын жүйелер үшін артық болуы мүмкін. Бағасы қымбат - инвестициялық құны жоғары, бірақ ұзақ мерзімде тиімділікпен өтеледі.

Неліктен дәл осы модельді таңдадым?

Өте жоғары тиімділік (98.7 %)

Кіріс энергиясының аз бөлігін жоғалту, жүйені экономикалық тұрғыдан тиімді ету үшін.

Үлкен шығыс қуаты (2.5 МВт)

Бір инвертор бірнеше турбинадан келетін қуатты тиімді түрлендіруге және оператор шығындарын азайтуға мүмкіндік береді.

Кең DC кіріс диапазоны (550 - 1000 В)

Түрлі конфигурациядағы жел генераторларын немесе фотоэлектрлік массивтерді бір жүйеге біріктіруге қолайлы.

IP65 қорғаныс дәрежесі

Қордай ауылындағы сыртқы климаттық және шаң-тозаңға төзімділік үшін маңызды.

Желілермен толық интеграция

Modbus, Ethernet арқылы оңай бақылау мен қашықтан басқару, SCADA жүйелеріне біріктіру мүмкіндігі.

Салқындатудың икемділігі

Қатты ыстық немесе суық жерлерде сенімді жұмыс істеу үшін ауа/сұйықтық салқындату нұсқалары.

Қызмет көрсету және резервтік опциялар

Орнатылған бірнеше инвертор арасында жүктемені бөлісу арқылы техникалық қызметке резерв қалдыруға мүмкіндік.

Қорытынды

Power One 2.5 МВт инверторы - Қордайдағы жел турбиналарының жалпы 10.5 МВт қуатын сенімді, үнемді және икемді түрде түрлендіруге арналған оптималды шешім. Оның техникалық мүмкіндіктері жобаның талаптарына толық сәйкес келеді.

3.7 Контроллерды есептеу

Мен Siemens Gamesa SG 2.1-114 Жел турбинасына PLC типті Siemens S7-1500 PLC деген контроллерді таңдадым

Себебі:

Толық үйлесімділік (интеграция):

Мен таңдаған Siemens Gamesa SG 2.1-114 жел турбинасы - бұл Siemens компаниясына тиесілі өнім. Сондықтан оның басқару жүйесі де Siemens құрылғыларымен толық үйлеседі:

Siemens PLC → Siemens SCADA (WinCC) → Siemens жел турбинасы
= Толық экожүйе бір өндірушіден → оңай техникалық қызмет көрсету, бағдарламалау, диагностика.

Өнеркәсіптік стандарттарға сәйкес:

Бұл PLC контроллерлер:

24/7 үздіксіз жұмысқа арналған

Шулы, шаңды, ылғалды ортада сенімді жұмыс істейді

Энергетикалық нысандарда (жел, КЭС, СЭС) жиі қолданылады IEC 61131 халықаралық автоматтандыру стандарттарына сәйкес

Кеңейту және масштабтау мүмкіндігі:

Бірнеше модульдер қосуға болады (аналогты, сандық, релелік)

Қосымша турбиналар орнатқан кезде жүйені кеңейту оңай

Басқа құрылғылармен (инвертор, қуат релесі, жел датчигі) оңай байланысады

Қауіпсіздік және қателерді өңдеу:

Fail-safe жүйелері бар (авариялық тоқтату, температура шектері)

Жүйе SCADA арқылы нақты уақыт режимінде мониторинг пен қашықтан басқаруға мүмкіндік береді. Қателердің себебін тіркеп, диагностика жасап береді

Жоғары өнімділік және дәлдік:

1 наносекундқа дейінгі өңдеу уақыты

Жоғары сенімділік және жедел жауап беру

Жел турбинасының қалақ бұрышын немесе бұрылу бұрышын нақты басқаруға мүмкіндік береді



3.13-сурет-Siemens S7-1500 Контроллер

Анализ Контроллер:
Siemens S7-1500 - Siemens компаниясының ең жаңа және қуатты PLC типті контроллерлардың бірі.

3.7-кесте-Siemens S7-1500 контроллерінің негізгі ерекшеліктері

Параметр	Сипаттамасы
Процессор жылдамдығы	Жоғары өнімділік (1 ns командалық орындалу уақыты)
Модульдік құрылым	Кіріс/шығыс, аналогты, байланыс модульдерін оңай ауыстыруға болады
Profinet/Profibus	Индустриялық желілермен интеграция жасау мүмкіндігі
Қауіпсіздік мүмкіндіктері	Safety Integrated - апаттық және қауіпті жағдайларды болдырмау үшін
Диагностика	Интеграцияланған жүйелік диагностика
HMI интеграциясы	SIMATIC HMI панельдерімен оңай бірігеді
Қашықтықтан бақылау	TIA Portal арқылы бағдарламалау және қашықтықтан қол жеткізу мүмкіндігі

Неліктен Siemens Gamesa SG 2.1-114 үшін S7-1500 контроллерын таңдадым?

Siemens Gamesa SG 2.1-114 - қуаты 2.1 МВт болатын жел турбинасы. Бұл турбинаға:

Жел жылдамдығын, бағытты, ротор жылдамдығын, температураны, дірілді, генератор жағдайын бақылау қажет;

Жел дөңгелегінің бұрылу бұрышын (pitch control) және направление турбинының бұрылуын (yaw control) автоматты реттеу қажет;

Апаттық жағдайда турбинаны тоқтату, тежегішті қосу және жүйені қайта іске қосу сценарийлерін орындау керек.

S7-1500 осы функциялардың барлығын орындауға қабілетті:

Жоғары жылдамдық пен нақты уақыттағы басқару - турбинаның динамикалық процесін дәл реттеуге мүмкіндік береді;

Модульдік құрылым - қосымша датчиктерді оңай қосуға болады;

Қауіпсіздік функциялары - апаттық режимдерді тиімді басқаруға септігін тигізеді;

Байланыс интерфейстері - SCADA жүйесімен немесе бұлтты жүйелермен оңай біріктіруге болады.

Қорытынды

Siemens S7-1500 PLC контроллері - Siemens Gamesa SG 2.1-114 жел турбинасын басқаруға толық сәйкес келетін заманауи, сенімді және икемді шешім. Оның жоғары өнімділігі, кеңейтілетін модульдік құрылымы және қауіпсіздік мүмкіндіктері жел турбинасының тиімділігін арттырып, апаттық жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, Siemens экожүйесіне толық кіріктірілуі техникалық қызмет көрсету мен жүйелік диагностика процесін толығымен жеңілдетеді.

Қордай ауылына әрбір турбина қауіпсіз және икемді жұмыс істеу үшін 2-3 Контроллер орнату қажет болады.

3.8 Қордай ауылының Жобаға кететін жалпы шығындардың сомасы

3.8-кесте-Жобаға кететін жалпы шығындар сомасы

Құрылғы	Саны	Бағасы (Т)	Жалпы (Т)
Жел турбинасы (2.1 МВт)	5 дана	35 000 000 Т	175 000 000 Т
SVC12100\N аккумуляторы	352 дана	85 000 Т	29 920 000 Т
Power One 2.5 МВт инвертор	5 дана	11 000 000 Т	55 000 000 Т
PLC контроллер	10 дана	450 000 Т	4 500 000 Т
Жалпы сома			264 420 000 Т

Барлығы: 264,42 миллион теңге

Бұл сомаға:

5 жел турбинасы (жалпы қуаты 10,5 МВт),

352 аккумулятор (автономды 10 сағатқа есептелген),

5 инвертор (Power One 2.5 МВт),

10 контроллер (әр 2 турбинаға 1 + резервтік 2 дана) кіреді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста Қазақстанның дала аймақтарындағы, оның ішінде Қордай ауылындағы жел энергетикасының әлеуеті жан-жақты талданды. Біріншіден, Қазақстанның ең тиімді аймақтарындағы жел жылдамдығының маусымдық және биіктікке тәуелді өзгерістері зерттеліп, ең қолайлы орынды таңдау критерийлері анықталды. Қордай асуы аймағындағы орташа жел жылдамдығы (7-9 м/с) және жылдық жел соғу уақытының 35 % дейінгі көрсеткіштері Siemens Gamesa 2.1-114 турбинысын орнатуға өте қолайлы екені дәлелденді. Есептеулер бойынша бір турбина жылына шамамен 6 433 МВт·сағ электр энергиясын өндіре алады, бұл жергілікті тұрғындардың және инфрақұрылымның қажеттілігін қамтамасыз етуге жеткілікті.

Екіншіден, инфраструктуралық компоненттер-SVC12100/N аккумуляторлары, Power One 2.5 МВт инверторлары және PLC контроллерлерінің техникалық-экономикалық сипаттамалары қарастырылады. Қордайдағы тәуліктік жүктемені (≈ 19 кВт) жел тоқтаған кезде жабу үшін 352 дана AGM батареясы, 5 инвертор және 10 контроллер қажет екені анықталды. Бұл конфигурация 10 сағаттық автономды жұмыс өнімділігін қамтамасыз етеді.

Үшіншіден, экономикалық тиімділік LCOE (0.143 USD/кВт·сағ) және IRR (8–12 %) көрсеткіштері арқылы бағаланды. Жоба инвестициясын 6-8 жылда қайтару, ал жыл сайынғы табысты $\approx 463\,000$ USD деңгейінде болжау экономика жағынан тартымдылығын дәлелдейді. Сонымен бірге, экологиялық көлеңке талдау көмір-мен салыстырғанда жылына 5 147 т CO₂ үнемдеуге және әлеуметтік пайда ретінде қосымша $\approx 262\,400$ USD құнға ие болуға мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, Қордай ауылы мен Қазақстанның басқада дала аймақтарында жел энергетикасын дамыту - әлеуеті жоғары инвестициялық жоба болып табылады. Сонымен қатар, бұл жоба өңірдегі жаңартылатын энергия көздерін кеңінен енгізуге экологиялық және экономикалық әл-ауқатын нығайтуға жол ашады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Siemens Gamesa Renewable Energy. 2.1-114 Wind Turbine Technical Specifications [Электрондық ресурс]. – Режим доступа: <https://www.siemensgamesa.com> – Қол жеткізу уақыты: 10.05.2025.
- 2 SVC Batteries. Аккумуляторная батарея SVC VP12100/N: технический паспорт [Электрондық ресурс]. – Режим доступа: <https://www.svc.com.cn> – Қол жеткізу уақыты: 10.05.2025.
- 3 ABB Power-One. Power-One 2.5 MW Central Inverter: Technical Data Sheet [Электрондық ресурс]. – Режим доступа: <https://www.abb.com/powerone> – Қол жеткізу уақыты: 10.05.2025.
- 4 Siemens AG. Контроллеры SIMATIC S7-1500. Руководство пользователя [Электрондық ресурс]. – Режим доступа: <https://support.industry.siemens.com> – Қол жеткізу уақыты: 10.05.2025.
- 5 Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігі. Қазақстандағы жаңартылатын энергия көздерінің дамуы туралы жылдық есеп. – Астана: ҚР ЭМ, 2020. – 45 б.
- 6 Жусупов А. Қ. Жаңартылатын энергия көздері. – Алматы: Энергетика, 2019. – 272 б. GIZ; KAZENERGY. Қазақстанда жел энергетикасының әлеуетін бағалау. – Астана, 2021. – 52 б.
- 7 National Renewable Energy Laboratory. Wind Resource Assessment Handbook. –Colorado: NREL, 2022. – 136 p.
- 8 Әлімбаев Т. Б. Энергетикалық жүйелердің автоматтандырылуы. – Алматы: Технос, 2020. – 204 б.
- 9 Meteonorm. Wind and Solar Database for Central Asia [Электрондық ресурс]. – Режим доступа: <https://meteonorm.com> – Қол жеткізу уақыты: 10.05.2025.
- 10 Жел электр станциясының құрылымы [Электрондық ресурс]. https://yandex.kz/images/search?from=tabbar&img_url=https%3A%2F%2Fcf2.pptonline.org%2Ffiles%2Fslide%2Fk%2Fk5u2f3iyqXYFMUPTb80losWmdQ9AZre6JRKchSNtG%2Fslide-5.jpg&lr=202663&pos=0&rpt=simage&text
- 11 GIZ; KAZENERGY. Қазақстанда жел энергетикасының әлеуетін бағалау.- Астана, 2021.- 52б.
- 12 СТ КазННТУ – 09 – 2023 Работы учебные. Общие требования построению, изложению, оформлению и содержанию текстового и графического материала-КазННТУ,2023